A blurred background image of a factory floor with several red industrial robotic arms. The text is overlaid in the center.

Μηχανουργικές
κατεργασίες με χρήση Η/Υ
για βιομηχανική παραγωγή





6.Τεχνολογίες κατεργασιών
κοπής : Φραίζα ψηφιακής
καθοδήγησης



Περιεχόμενα

- 6.1 Προετοιμασία CNC φραίζας για την κοπή**
 - 6.1.1 Συγκράτηση τεμαχίου στην τράπεζα**
 - 6.1.2 Μηδενισμός τεμαχίου**
 - 6.1.3 Μηδενισμός κοπτικού**
 - 6.1.4 Προγραμματισμός μέσω της μονάδας ελέγχου**
- 6.2 Προγραμματισμός CNC φραίζας – εντολές κώδικα G**
 - 6.2.1 Βασικές εντολές προγραμματισμού κινήσεων**
 - 6.2.2 Εντολές Αντιστάθμισης**
 - 6.2.3 Εντολές κύκλων κατεργασίας**
 - 6.2.4 Εντολές βοηθητικών λειτουργιών**
- 6.3 Παραδείγματα κώδικα G για κατεργασία σε φραίζα**



Προετοιμασία CNC
φραϊζας για την κοπή



6.1.1 Συγκράτηση τεμαχίου στην τράπεζα



Τα T-Slots είναι η πιο κοινή μέθοδος τοποθέτησης και συγκράτησης τεμαχίων

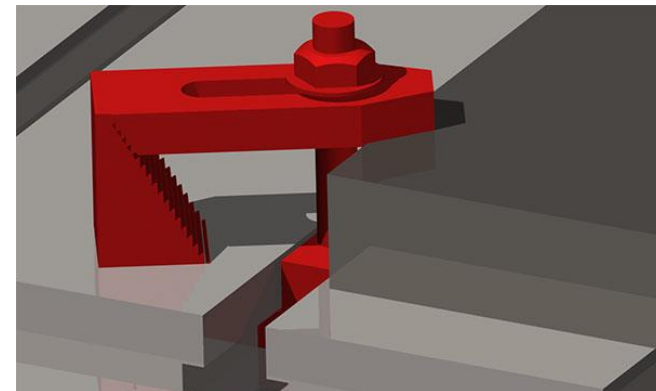


Τα T-Slots περικόχλια

Video: [T-Slot Plate Tutorial / clamping devices - CNC / clamping chuck](#)

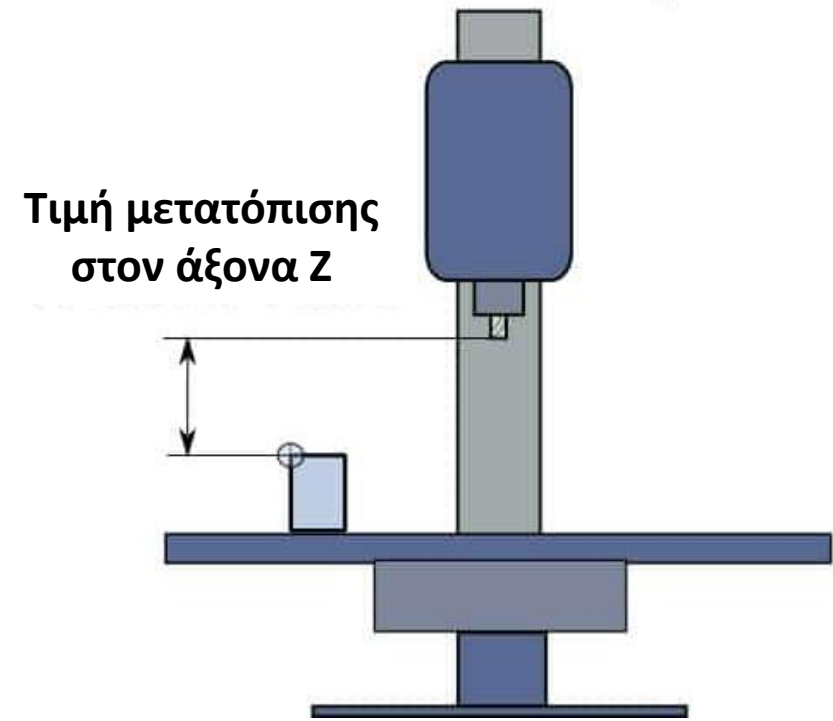
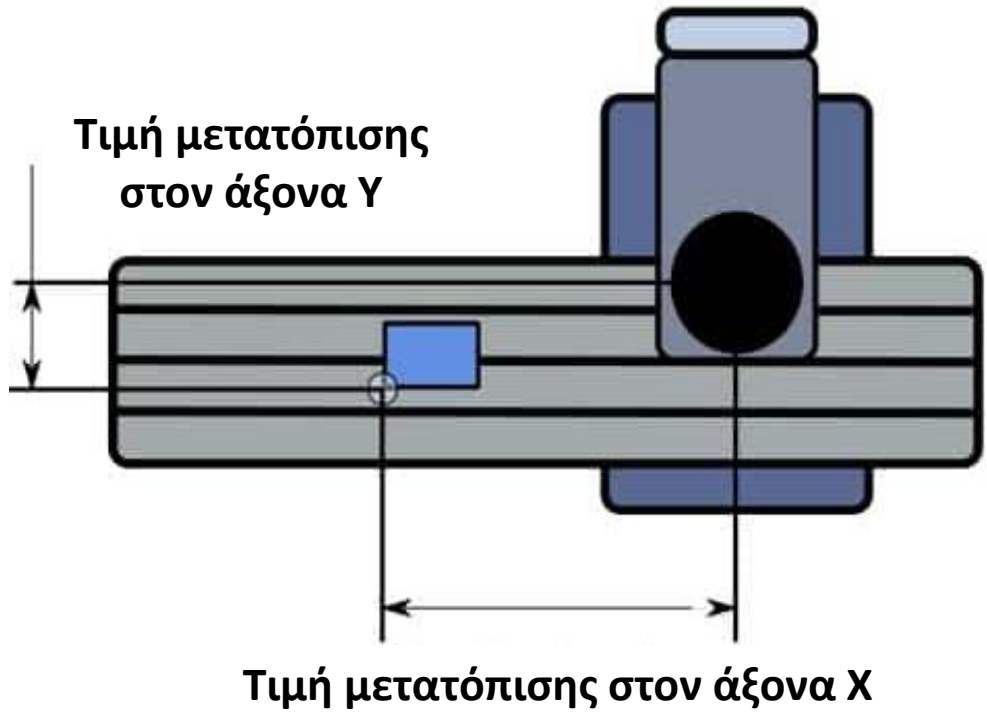
Video: [Mounting Workpiece on CNC Lathe](#)

Συγκράτηση τεμαχίου

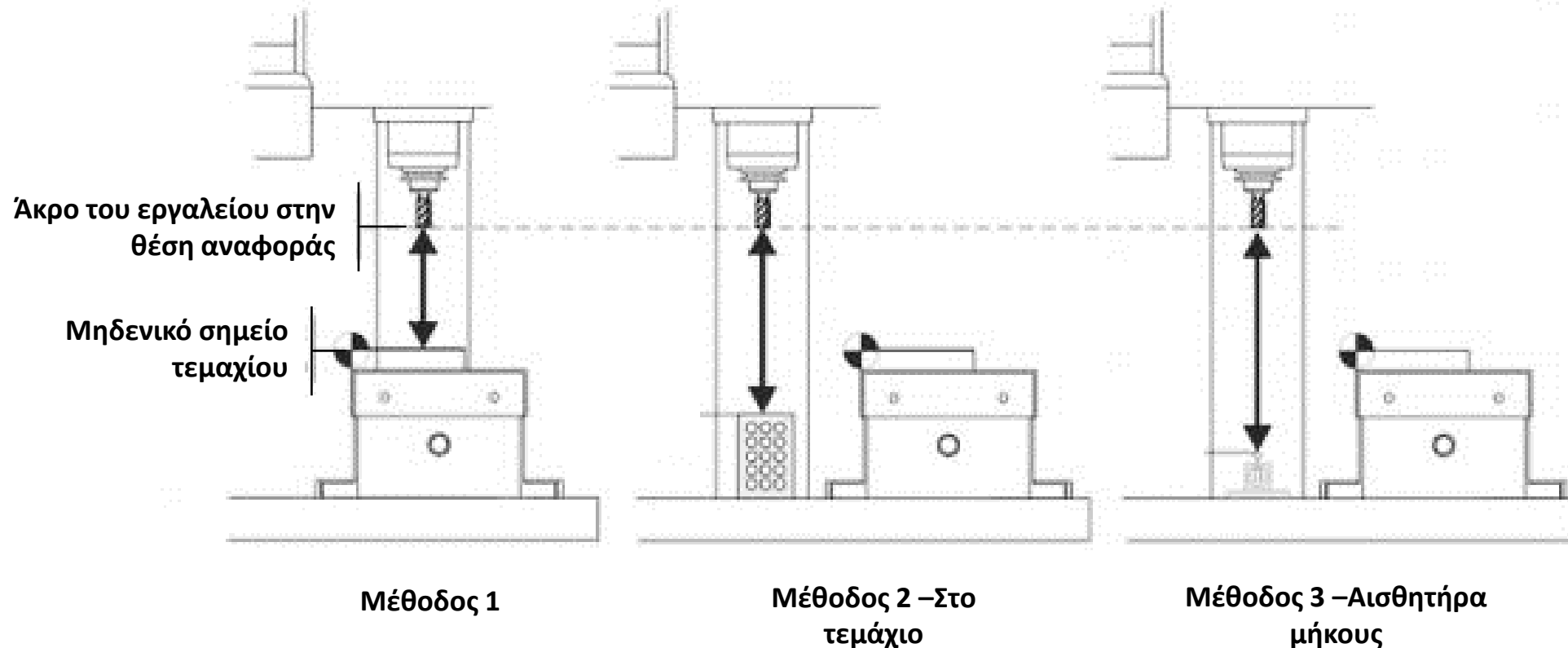


Video: [SETTING A WORK OFFSET ON A CNC MILL](#)

CNC μηχανή στη θέση αναφοράς (home position)




Video: How to: [Set Tool Length and Work Offsets – Haas Automation](#)





Video: [G & M Code - Titan Teaches Manual Programming on a CNC Machine](#)



Προγραμματισμός CNC
φραΐζας – εντολές
κώδικα G



Κωδικοποίηση εντολών M (λειτουργίας) κατά DIN 66025	
M00	Προγραμματισμένη παύση.
M01	Προαιρετική παύση, αν έχει ενεργοποιηθεί.
M02	Τέλος προγράμματος.
M03	Δεξιόστροφη - ωρολογιακή περιστροφή ατράκτου.
M04	Αριστερόστροφη - αντιωρολογιακή περιστροφή ατράκτου.
M05	Διακοπή περιστροφής ατράκτου.
M06	Αλλαγή εργαλείου.
M07-M09	Έλεγχος ροής ψυκτικών υγρών.
M10	Σύσφιξη (τσοκ).
M11	Χαλάρωση (τσοκ).
M15-M16	Επιλογή γρήγορης κίνησης ή κατεύθυνσης πρόωσης.
M19	Παύση περιστροφής ατράκτου με προκαθορισμένη τελική θέση παύσης.
M26	Απόσυρση του εργαλείου στη θέση αλλαγής εργαλείου.
M30	Τέλος προγράμματος και επιστροφή στην αρχή.
M31	Αρση ασφάλισης.
M47	Επιστροφή στην αρχή του προγράμματος.
M49	Παράκαμψη χειροκίνητων ρυθμίσεων και επιστροφή στις προγραμματισμένες.
M59	Σταθερός αριθμός στροφών.
M90-M99	Εντολές προγραμματιζόμενες για το χρήστη.

Εντολές M (λειτουργίας)

Χαρακτήρες που χρησιμοποιούνται σε εντολές NC-πρόγραμμα

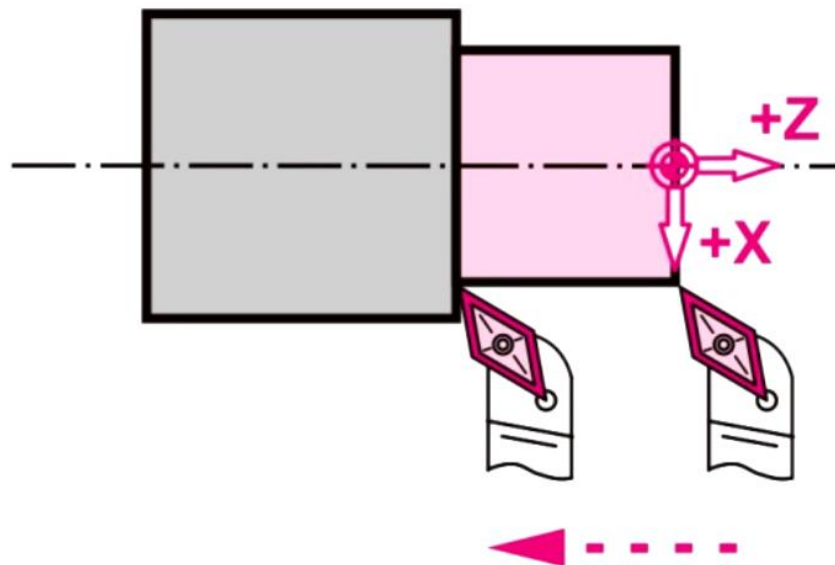
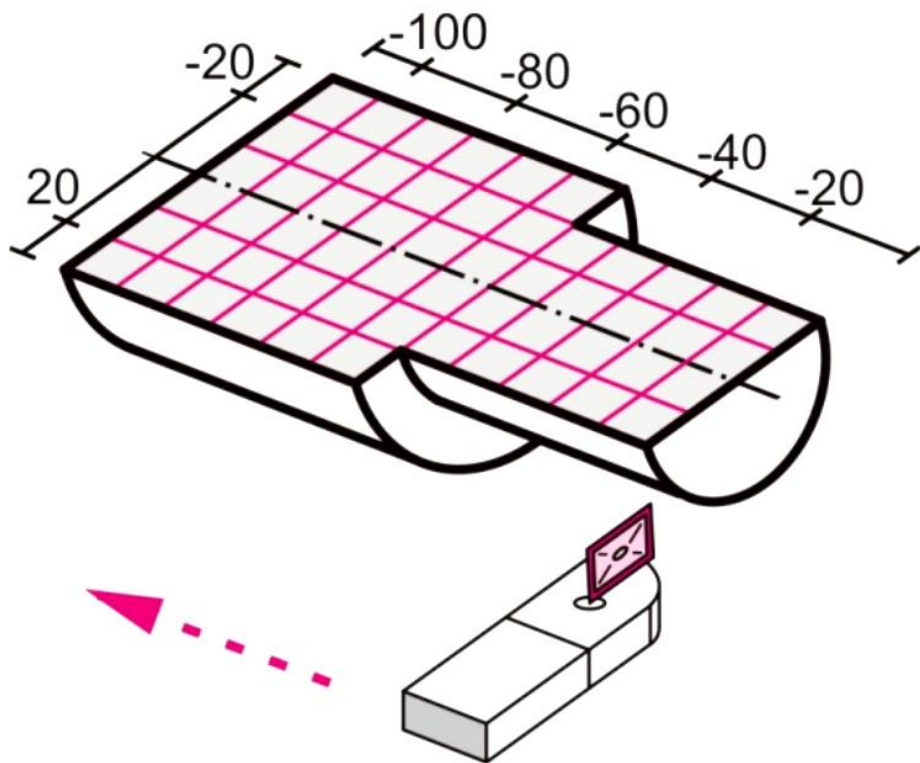
Χρησιμοποίηση χαρακτήρων σε εντολές ψηφιακής καθοδήγησης	
Χαρακτήρας	Λειτουργία
N	Χαρακτηρίζει τον αύξοντα αριθμό του block
G	Εντολή κίνησης.
X	Μέγεθος κίνησης στον άξονα X.
Y	Μέγεθος κίνησης στον άξονα Y.
Z	Μέγεθος κίνησης στον άξονα Z.
R	Επίπεδο για σταθερούς κύκλους.
I	Συντεταγμένη κέντρου τόξου, παράλληλη με τον άξονα X.
J	Συντεταγμένη κέντρου τόξου, παράλληλη με τον άξονα Y.
K	Συντεταγμένη κέντρου τόξου, παράλληλη με τον άξονα Z.
F	Ταχύτητα πρόωσης.
S	Ταχύτητα ατράκτου.
T	Αριθμός εργαλείου.
H	Αντιστάθμιση μήκους εργαλείου.
D	Αντιστάθμιση ακτίνας.
E	Απόσταση βάσης στήριξης.
L	Χρόνος καθυστέρησης σε κύκλους εργασιών.
M	Λειτουργία.
Q	Υποπρόγραμμα.

Κωδικοποίηση εντολών G (κίνησης) κατά DIN 66025	
Κωδικός	Λειτουργία
G00	Ευθύγραμμη κίνηση χωρίς κοπή με τη μέγιστη πρόωση της εργαλειομηχανής.
G01	Γραμμική παρεμβολή - ευθύγραμμη κίνηση για κοπή με δοσμένη πρόωση.
G02	Κυκλική παρεμβολή με ωρολογιακή φορά.
G03	Κυκλική παρεμβολή με αντιωρολογιακή φορά.
G04	Προγραμματισμένη χρονική καθυστέρηση.
G06	Παραβολική παρεμβολή με μεταβαλλόμενες ταχύτητες από τη μονάδα ελέγχου.
G08	Επιτάχυνση μέχρι δοσμένη ταχύτητα.
G09	Επιβράδυνση μέχρι δοσμένη ταχύτητα.
G13- G16	Επιλογή αξόνων.
G17- G19	Επιλογή επιπέδων κατεργασίας XY - ZX - YZ αντίστοιχα.
G33	Κοπή σπειρώματος με σταθερό βήμα.
G34	Κοπή σπειρώματος.
G35	Κοπή σπειρώματος.
G40	Άρση της αντιστάθμισης εργαλείου.
G41	Αριστερή αντιστάθμιση.
G42	Δεξιά αντιστάθμιση.
G43	Αντιστάθμισμα θετικό.
G44	Αντιστάθμισμα αρνητικό.
G50- G59	Μετατοπίσεις προσαρμογής.

G70	Συντεταγμένες σε ίντσες (in).
G71	Συντεταγμένες σε χιλιοστά του μέτρου (mm).
G72	Δεξιόστροφη κυκλική παρεμβολή τριών διαστάσεων.
G73	Αριστερόστροφη κυκλική παρεμβολή τριών διαστάσεων.
G75	Κυκλική παρεμβολή πολλών τερτατημορίων.
G80	Ακύρωση κύκλων εργασιών G81-G89.
G81- G89	Κύκλοι εργασιών.
G90	Απόλυτες συντεταγμένες.
G91	Σχετικές συντεταγμένες.
G92	Μετατόπιση συστήματος συντεταγμένων.
G93	Κωδικοποίηση πρόωσης.
G94	Ταχύτητα πρόωσης σε in ή mm/min.
G95	Ταχύτητα πρόωσης σε in ή mm/rev.
G96	Σταθερή ταχύτητα κοπής με έλεγχο των στροφών της ατράκτου.
G97	Στροφές σε 1/λεπτό.

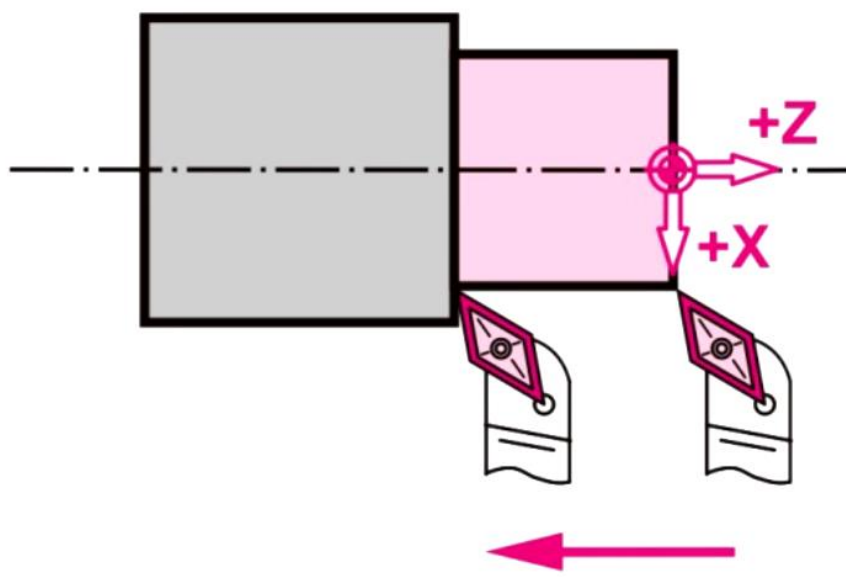
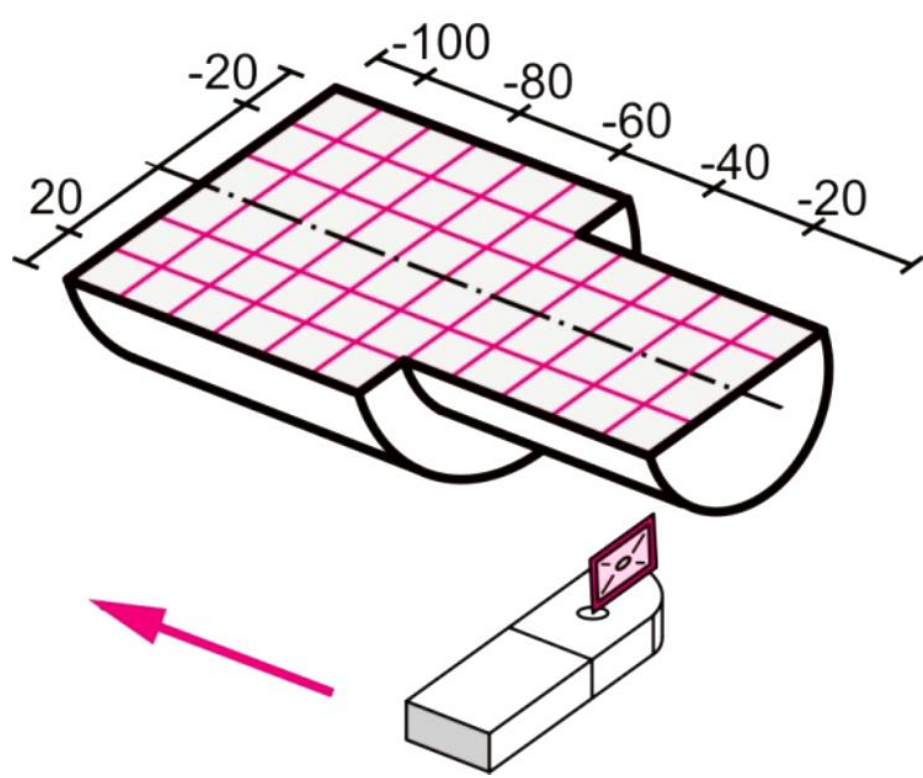


G00



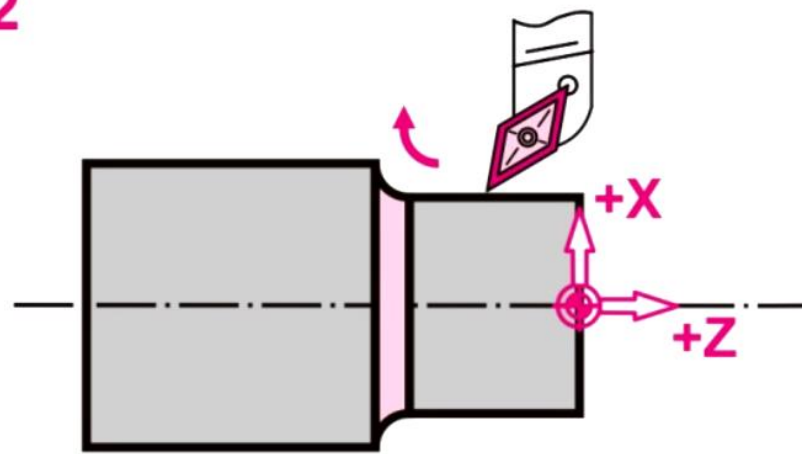
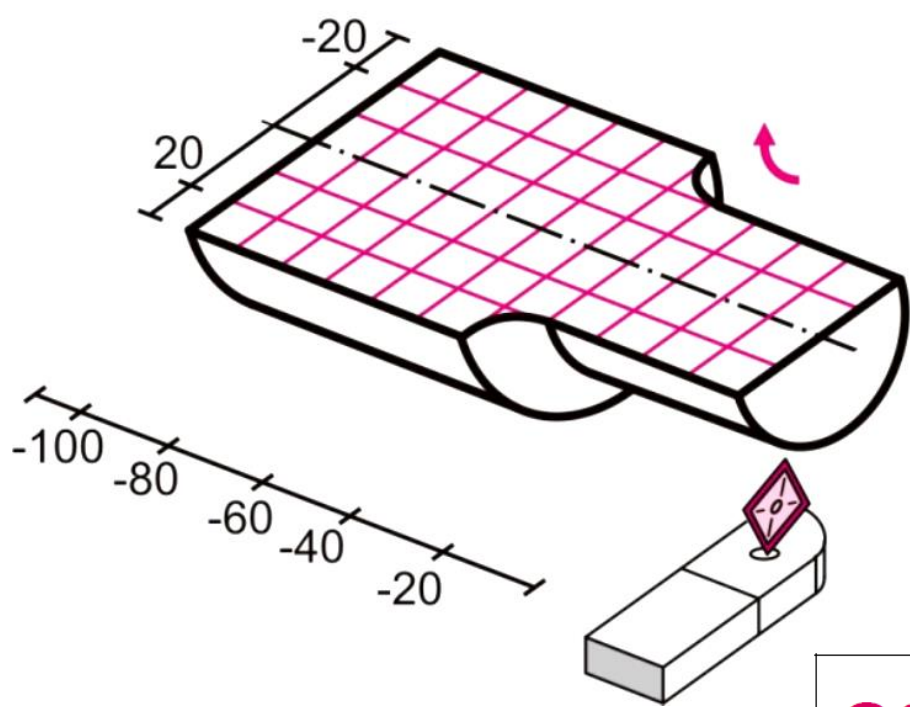
G00	Σύνταξη :	G00 X(U)... Y... Z(W)...
	Παράδειγμα :	G00 X(U)10 Y20 Z(W)-5

G01



G01	Σύνταξη :	G01 X (U)... Z (W)... F...
	Παράδειγμα :	G01 X(U)10 Z(W)10 F20

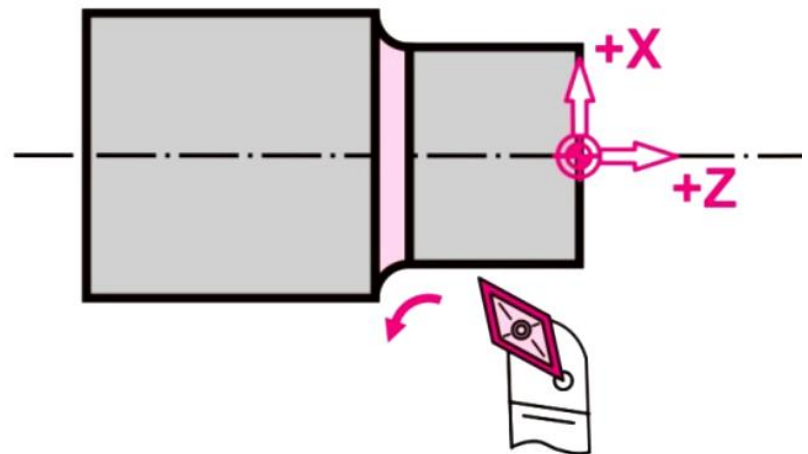
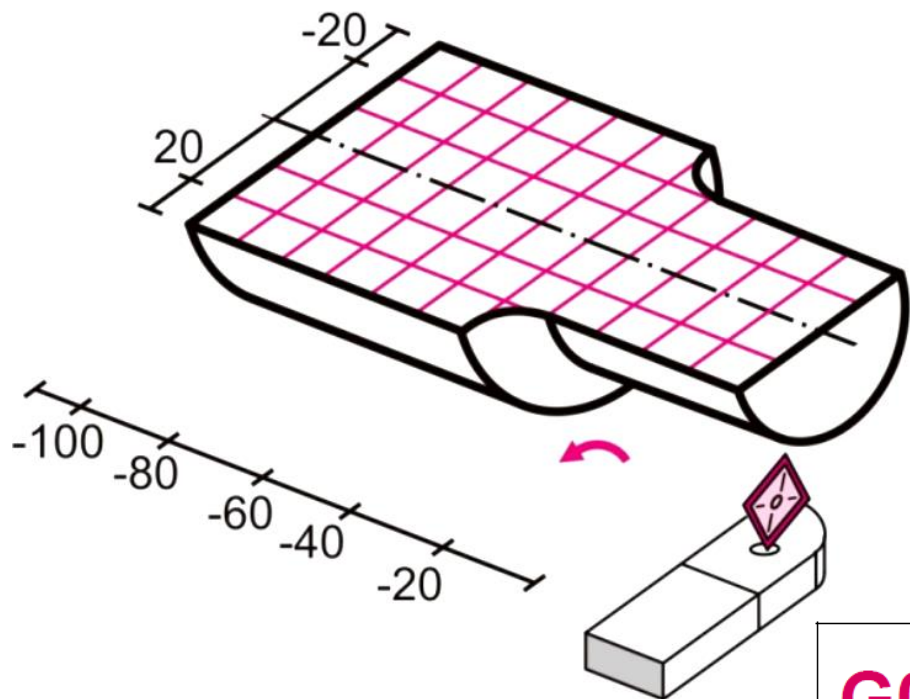
G02



G02	Σύνταξη :	G02 X(U)... Y... Z(W)... R... F...
	Παράδειγμα :	G02 X(U)10 Y10 Z(W)-5 R10 F20

G02	Σύνταξη :	G02 X(U)... Y... Z(W)... I... J... K... F...
	Παράδειγμα :	G02 X(U)10 Y10 Z(W)-5 I10 J10 K-5 F20

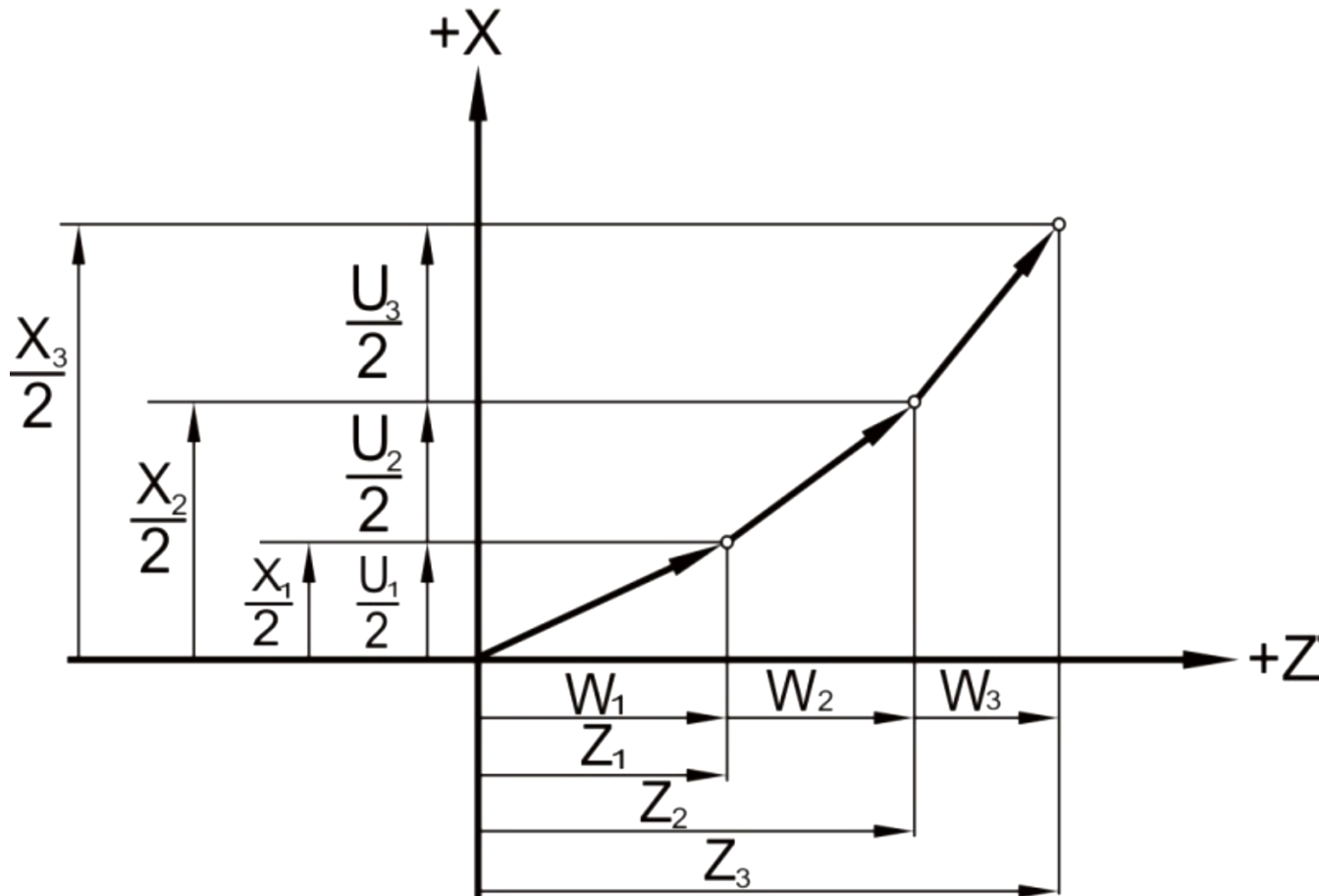
G03



G03	Σύνταξη :	G03 X(U)... Y... Z(W)... R... F...
	Παράδειγμα :	G03 X(U)10 Y10 Z(W)-5 R10 F20

G03	Σύνταξη :	G03 X(U)... Y... Z(W)... I... J... K... F...
	Παράδειγμα :	G03 X(U)10 Y10 Z(W)-5 I10 J10 K-5 F20

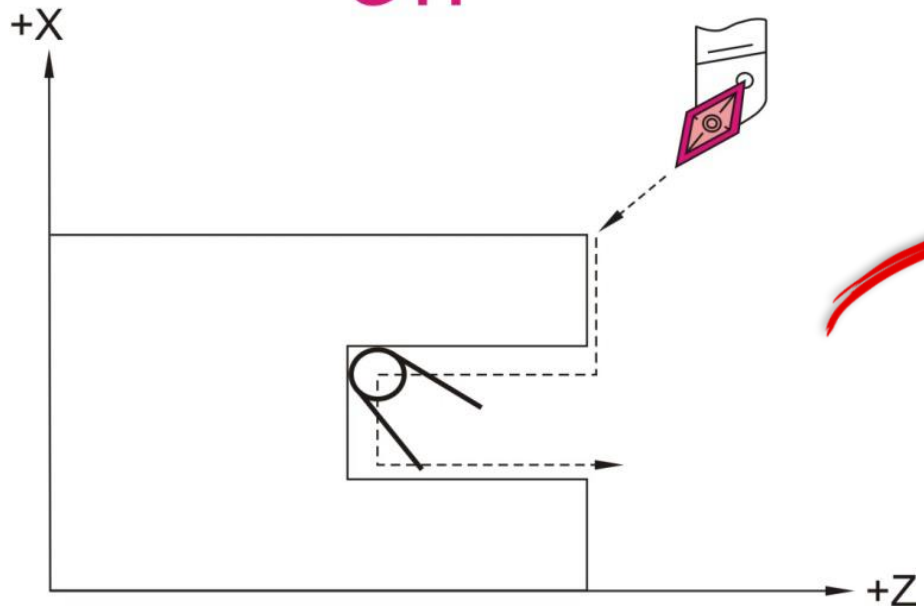
G90/G91



G90	Σύνταξη :	G90
	Απόλυτο σύστημα συντεταγμένων	

G91	Σύνταξη :	G91
	Σχετικό σύστημα συντεταγμένων	

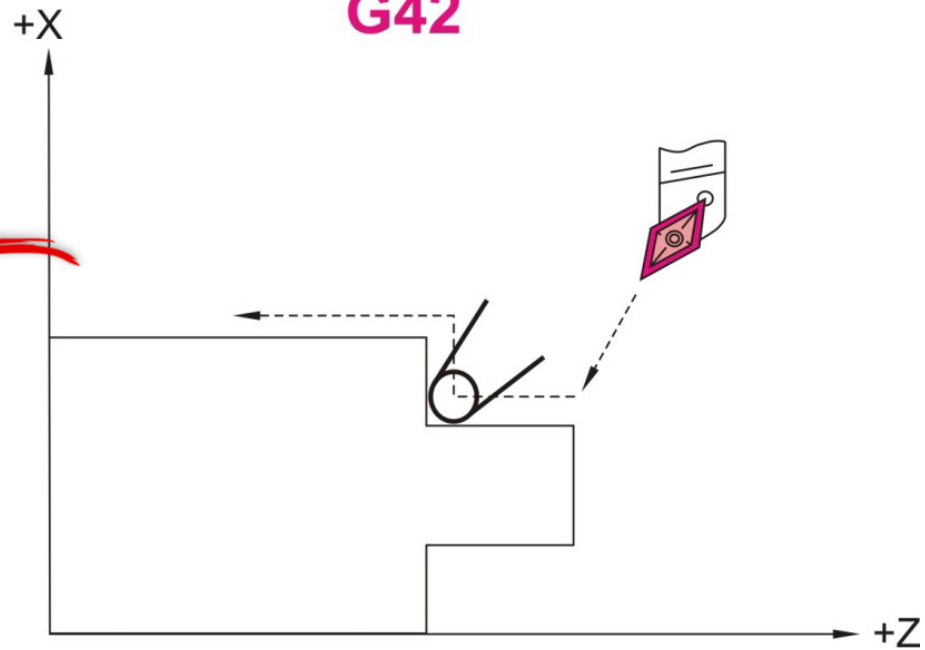
G41

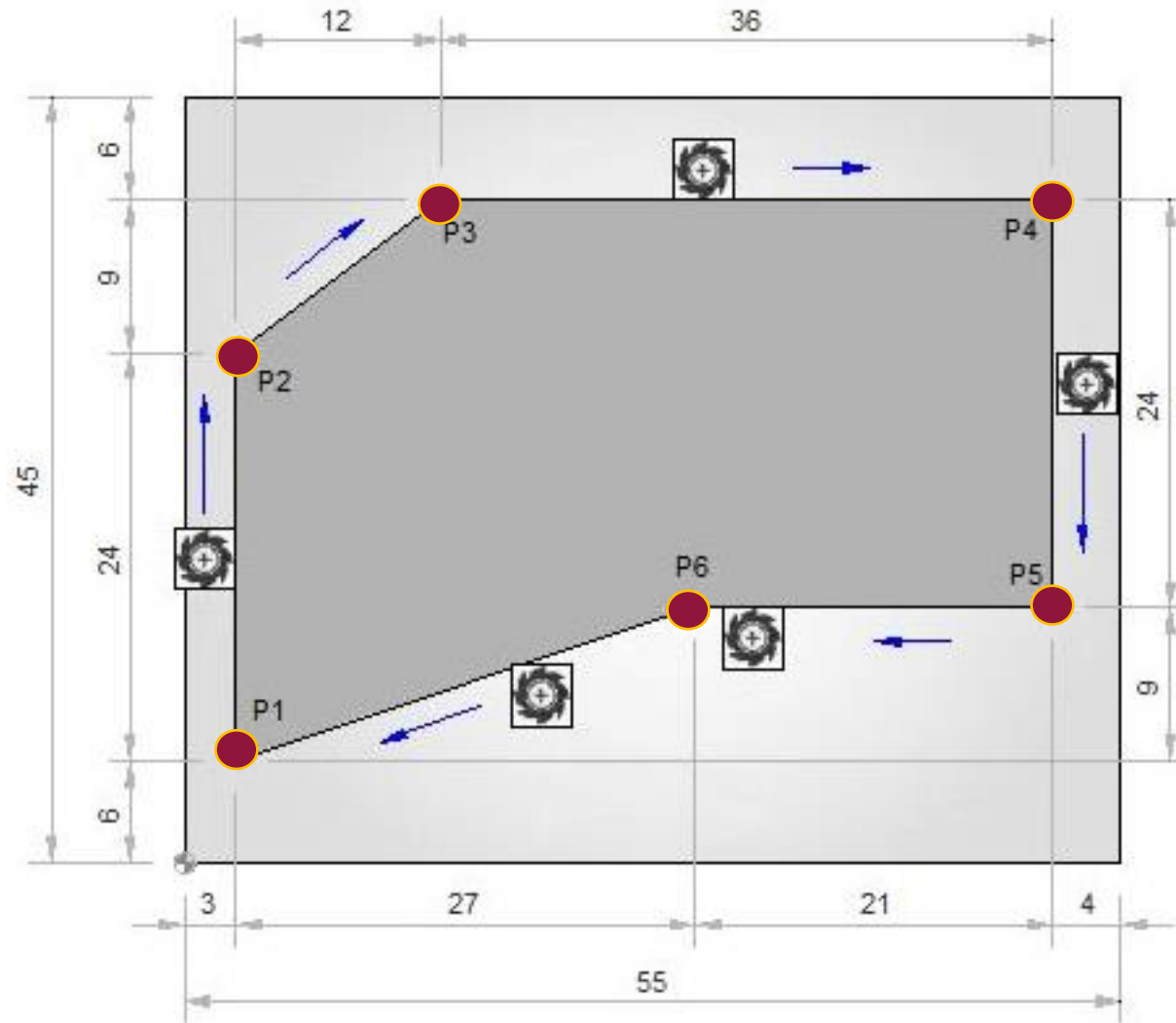


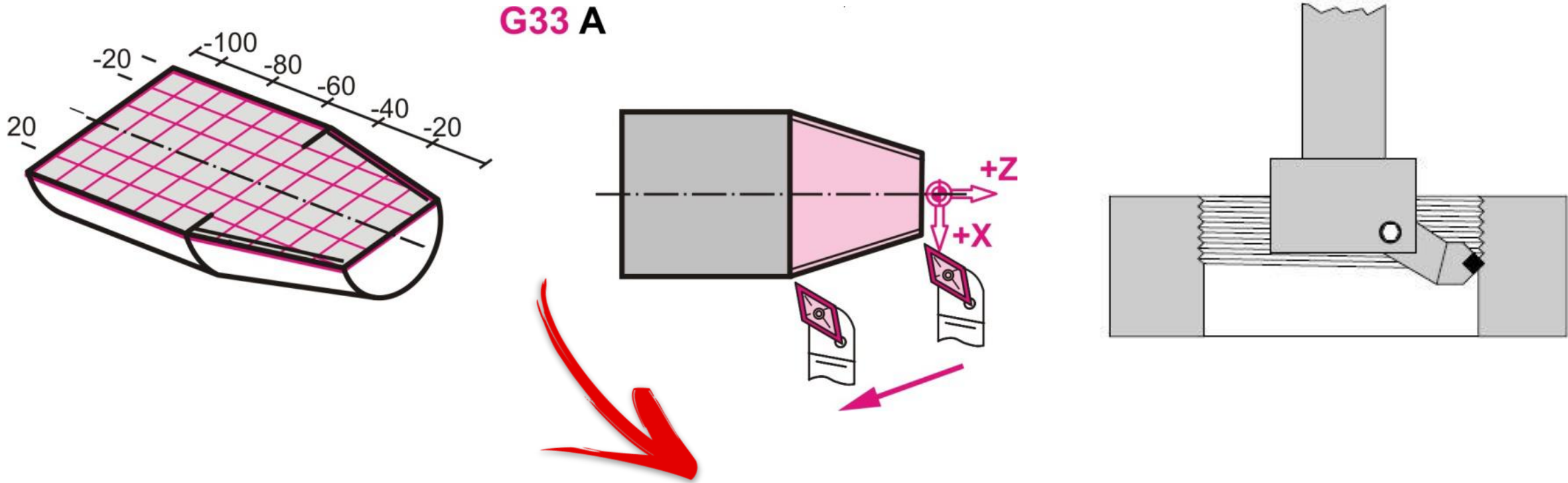
G41	Σύνταξη :	G41
	Ενεργοποιείται η αριστερή αντιστάθμιση. Το κοπτικό εργαλείο κινείται αριστερά από το περίγραμμα του τεμαχίου.	

G42	Σύνταξη :	G42
	Ενεργοποιείται η δεξιά αντιστάθμιση. Το κοπτικό εργαλείο κινείται δεξιά από το περίγραμμα του τεμαχίου.	

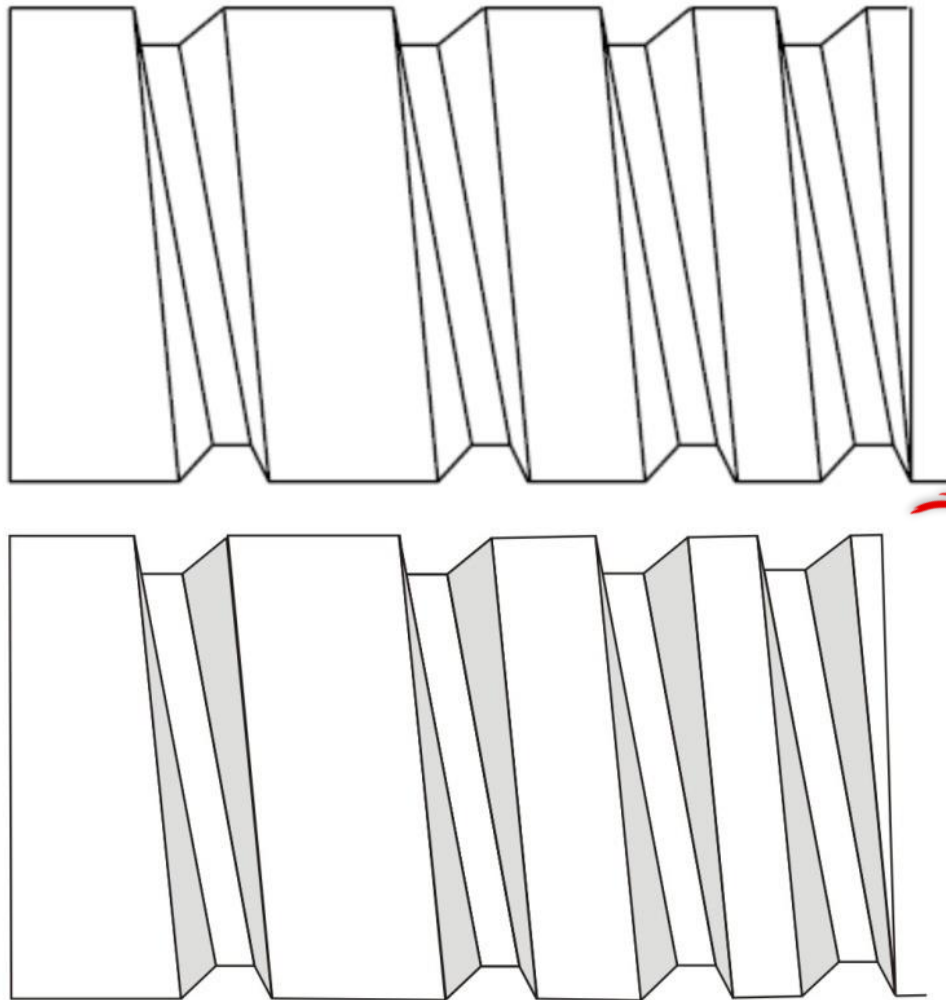
G42







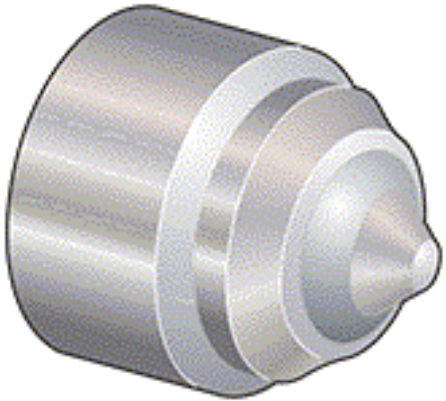
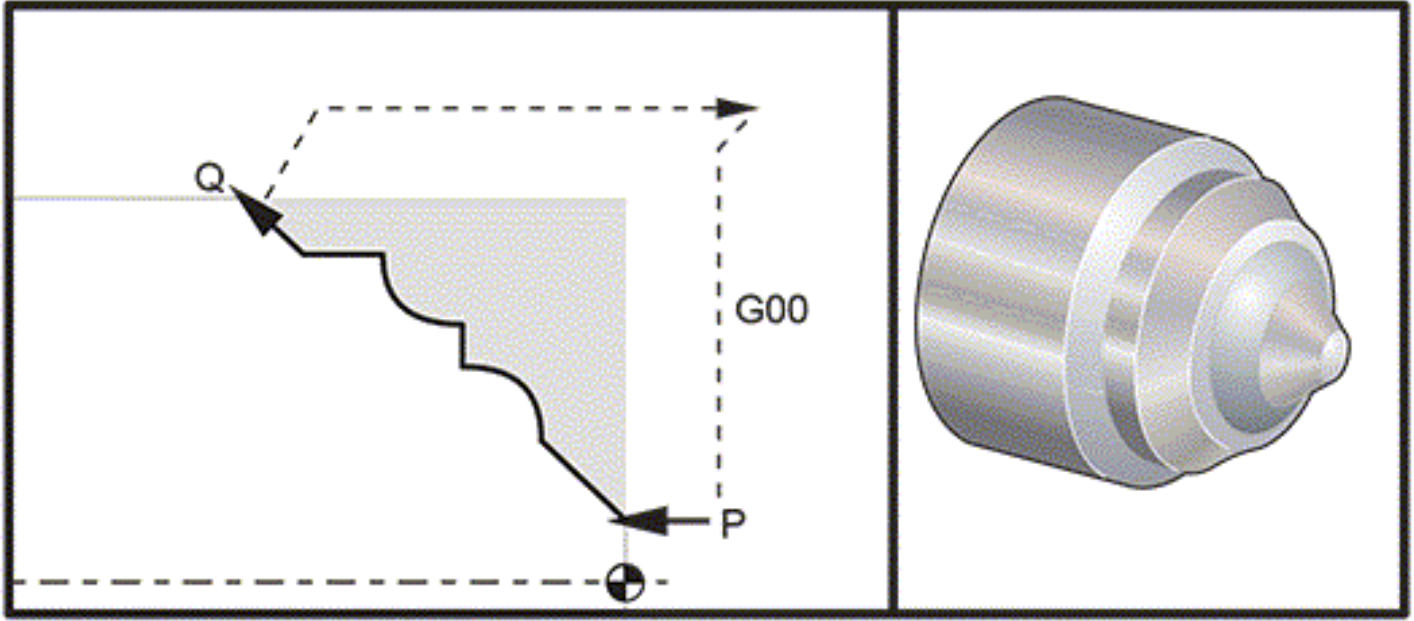
G33	Σύνταξη :	G33 X... Y... F...
	Παράδειγμα :	G33 X10 Z20 F5



G34	Σύνταξη :	G34	X...	Z...	F...	K...
	Παράδειγμα :	G34	X10	Z20	F5	K



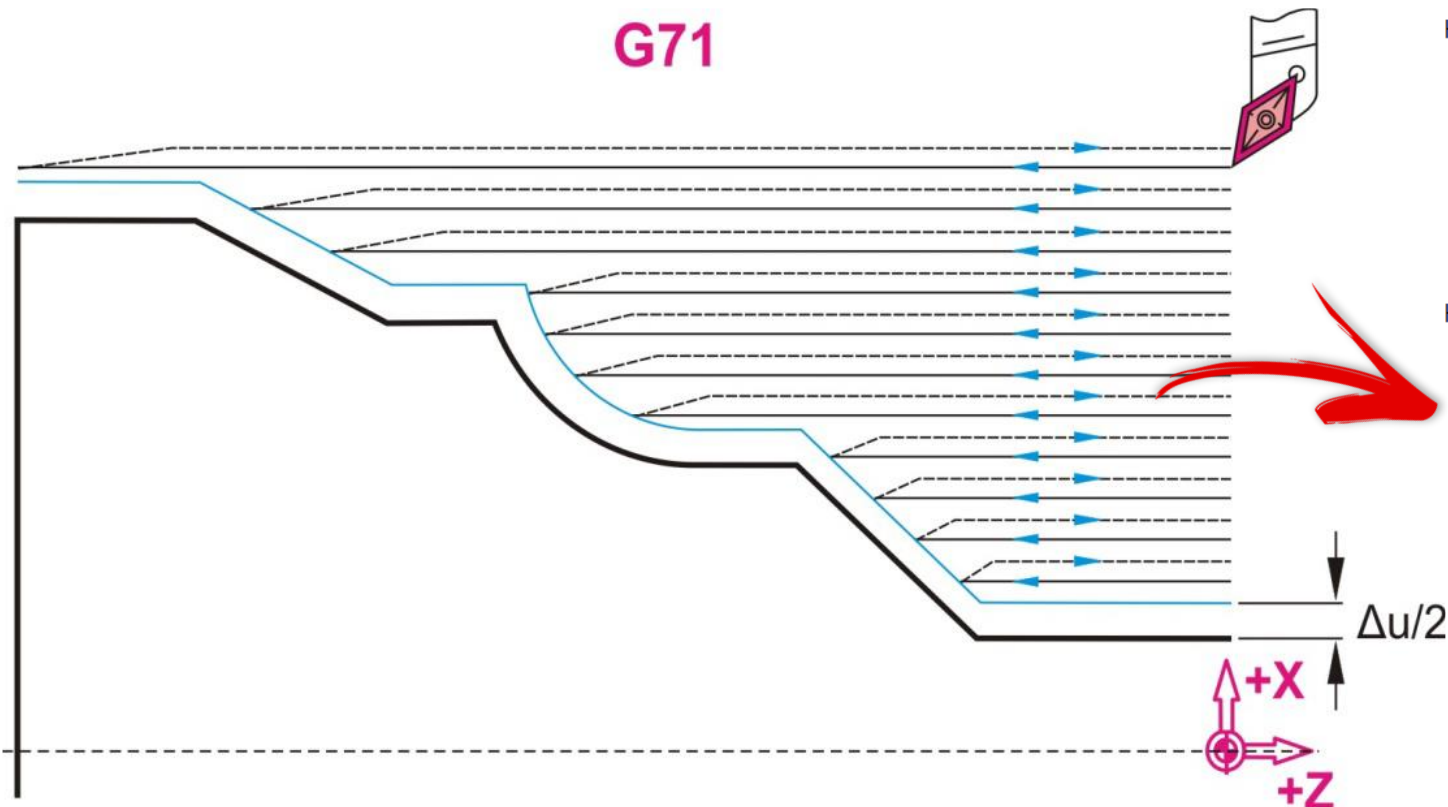
[Video : Variable lead threading G34
FANUC](#)



G70	Σύνταξη :	G70 P... Q...
	Παράδειγμα :	G70 P14 Q20

P = αρχικός φραγμός του περιγράμματος
 Q = τελικός φραγμός του περιγράμματος

G71



Η σύνταξη για την εκχόνδριση του κατεργαζόμενου τεμαχίου είναι :

G71	Σύνταξη :	G71 U... R... ;
	Παράδειγμα :	G71 U10 R5

U = βάθος κοπής

R = απόσταση απομάκρυνσης

Η σύνταξη για το φινίρισμα του κατεργαζόμενου τεμαχίου είναι :

G71	Σύνταξη :	G71 P... Q... U... W... F... S... T...
	Παράδειγμα :	G71 P50 Q80 U10 W15 F50 S25 T3

P = αρχικός φραγμός του περιγράμματος

Q = τελικός φραγμός του περιγράμματος

U = η απόσταση της τελικής προσέγγισης του εργαλείου από το τελικό περίγραμμα στην κατεύθυνση X.

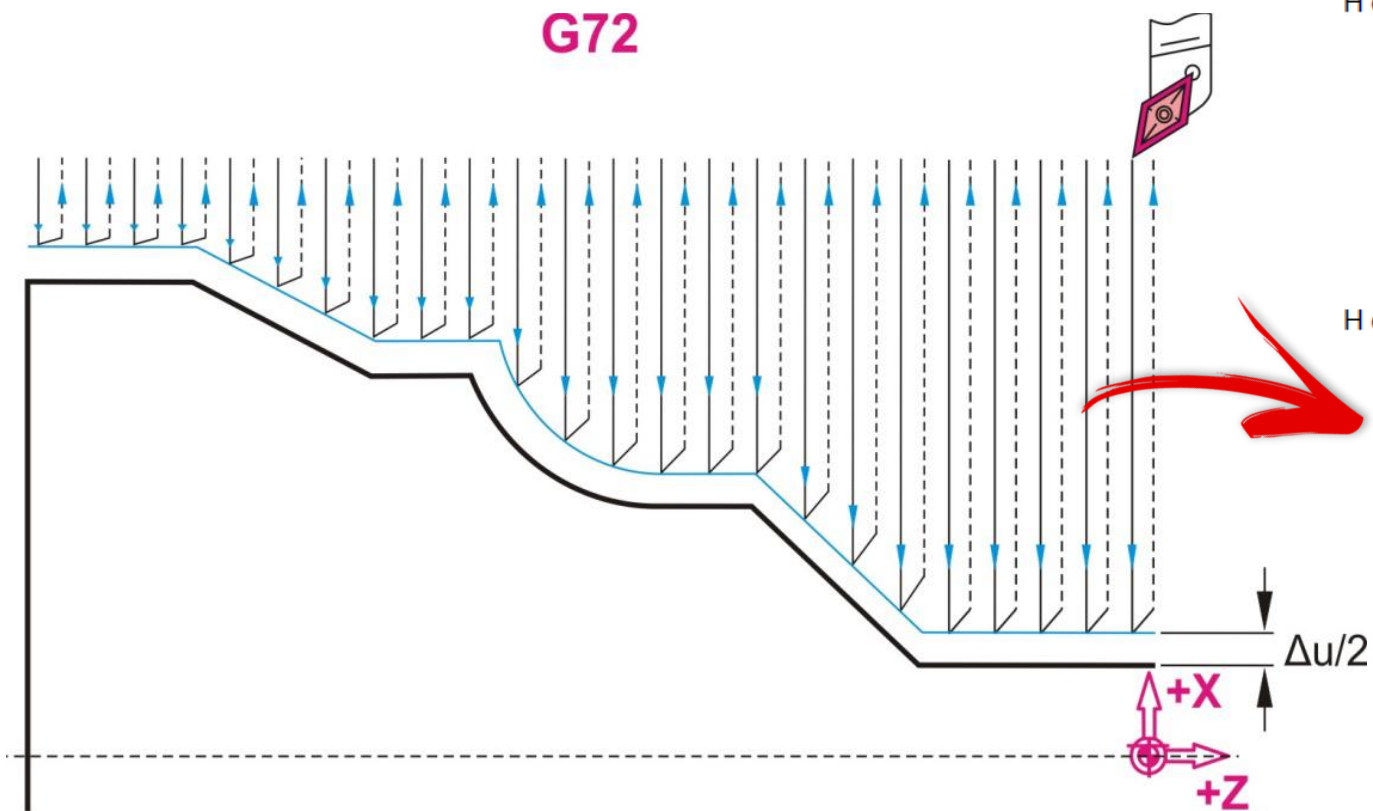
W = η απόσταση της τελικής προσέγγισης του εργαλείου από το τελικό περίγραμμα στην κατεύθυνση Z

F = τροφοδοσία κατεργασίας

S = ταχύτητα αξόνων

T = επιλογή εργαλείου

G72



Η σύνταξη για την εκχόνδριση του κατεργαζόμενου τεμαχίου είναι :

G72	Σύνταξη :	G72 W... R... ;
	Παράδειγμα :	G72 W10 R5

W = βάθος κοπής

R = απόσταση απομάκρυνσης

Η σύνταξη για το φινίρισμα του κατεργαζόμενου τεμαχίου είναι :

G72	Σύνταξη :	G71 P... Q... U... W... F... S... T...
	Παράδειγμα :	G71 P50 Q80 U10 W15 F50 S25 T3

P = αρχικός φραγμός του περιγράμματος

Q = τελικός φραγμός του περιγράμματος

U = η απόσταση της τελικής προσέγγισης του εργαλείου από το τελικό περίγραμμα στην κατεύθυνση X

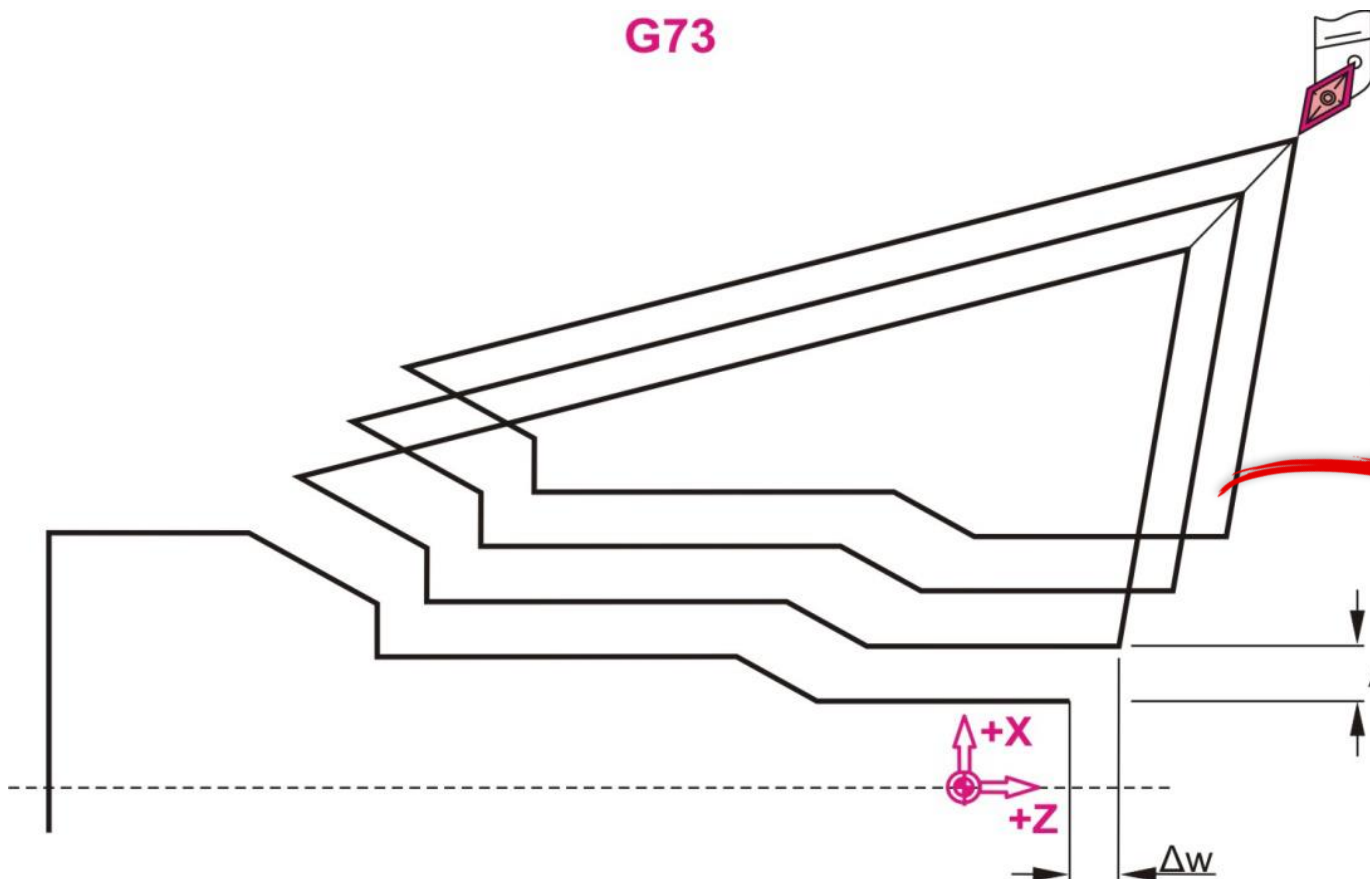
W = η απόσταση της τελικής προσέγγισης του εργαλείου από το τελικό περίγραμμα στην κατεύθυνση Z

F = τροφοδοσία κατεργασίας

S = ταχύτητα αξόνων

T = επιλογή εργαλείου

G73



Η σύνταξη για την εκχόνδριση του κατεργαζόμενου τεμαχίου είναι :

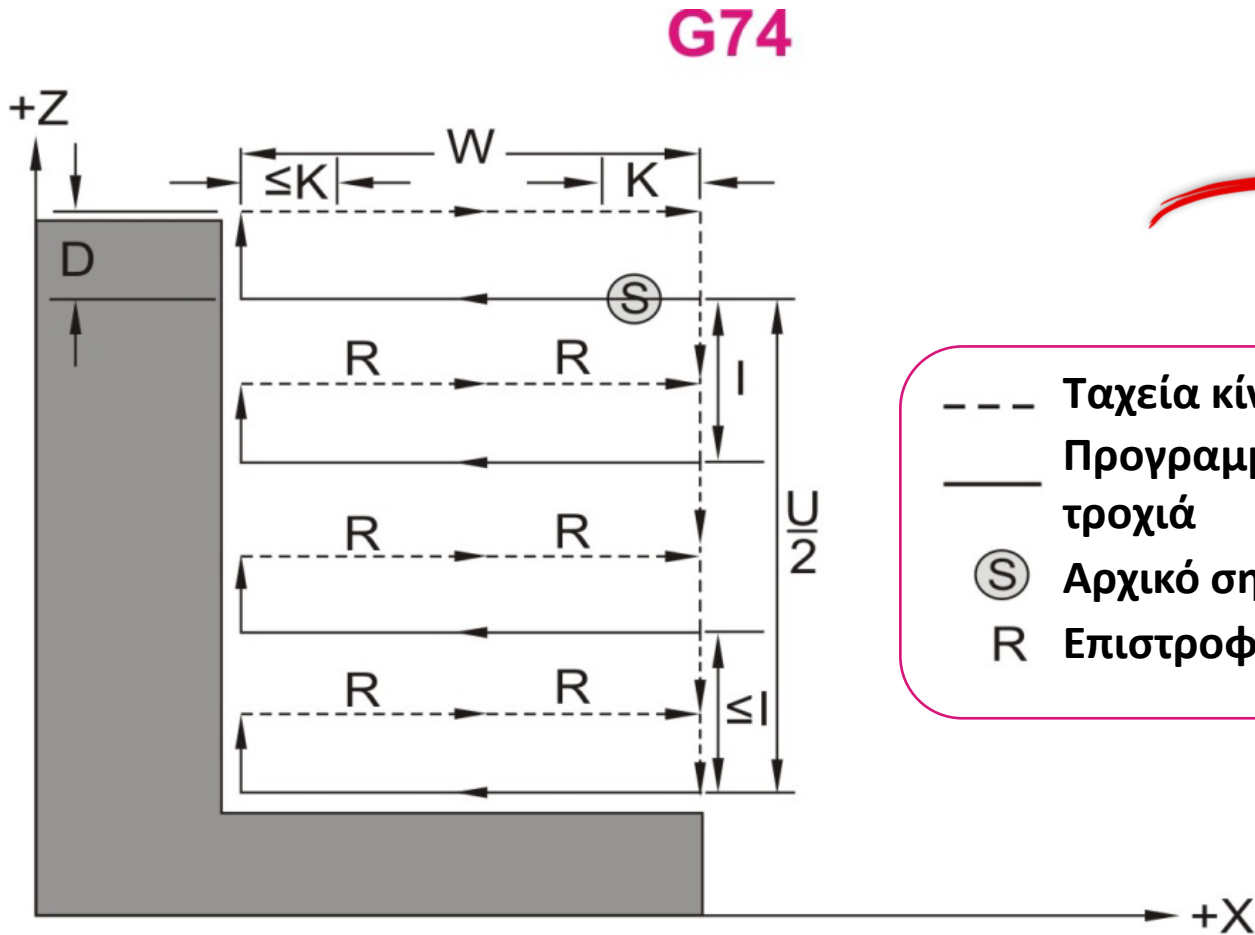
G73	Σύνταξη :	G73 U... W... R...
	Παράδειγμα :	G73 U20 W15 R5

U = η απόσταση στον X άξονα του αρχικού σημείου μέχρι τη θέση του εργαλείου
 W = η απόσταση στον Z άξονα του αρχικού σημείου μέχρι τη θέση του εργαλείου
 R = ο αριθμός των κοπών παράλληλων στο περίγραμμα

Η σύνταξη για το φινίρισμα του κατεργαζόμενου τεμαχίου είναι :

G73	Σύνταξη :	G73 P... Q... U... W... F... S... T...
	Παράδειγμα :	G73 P50 Q80 U10 W15 F50 S25 T3

P = αρχικός φραγμός του περιγράμματος
 Q = τελικός φραγμός του περιγράμματος
 U = τελικό σημείο στη X διεύθυνση
 W = τελικό σημείο στη Z διεύθυνση
 F = τροφοδοσία κατεργασίας
 S = ταχύτητα αξόνων
 T = επιλογή εργαλείου



--- Ταχεία κίνηση
 — Προγραμματισμένη τροχιά
 Ⓢ Αρχικό σημείο
 R Επιστροφή

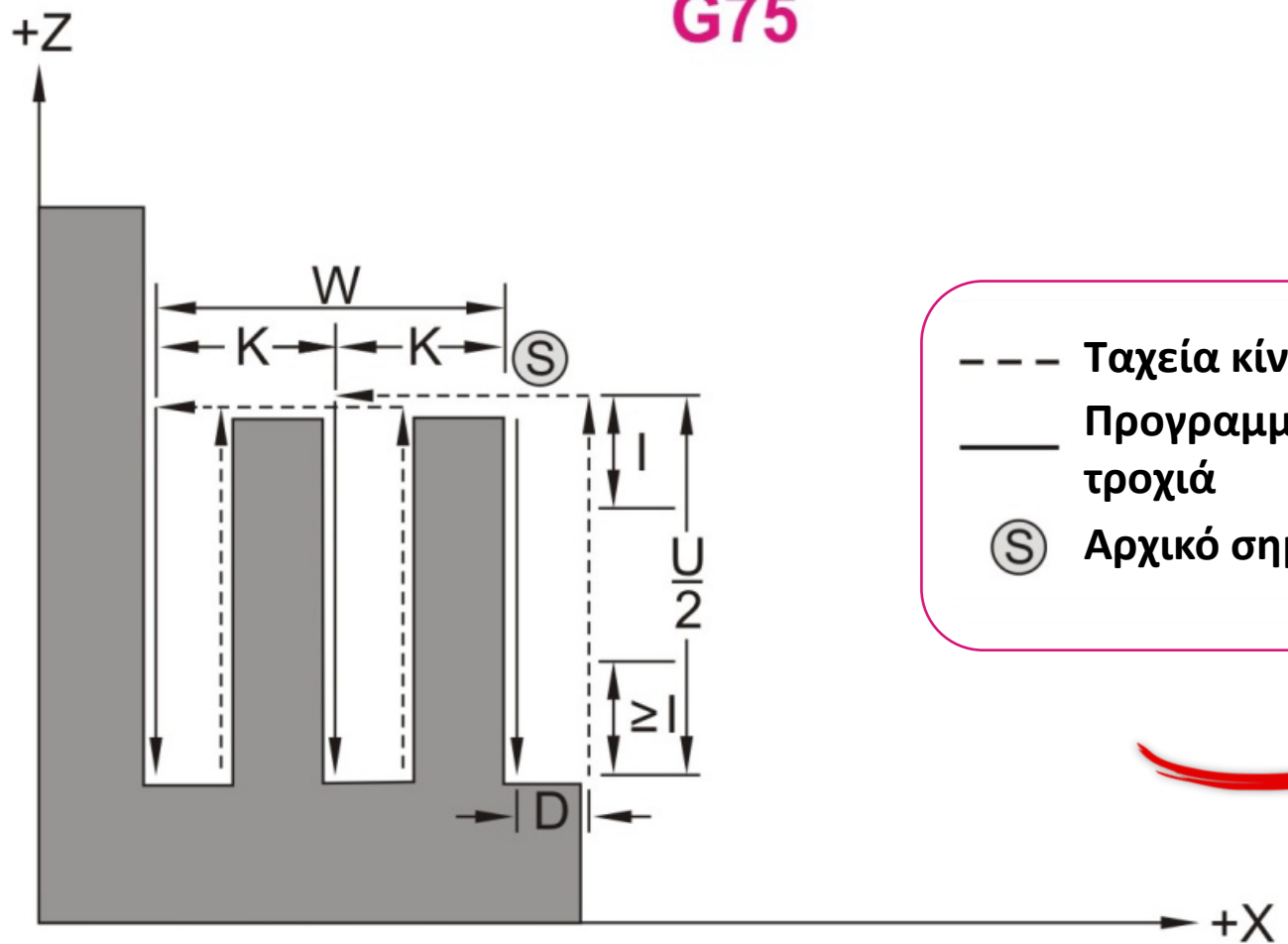
G74	Σύνταξη :	G74 R... ;
	Παράδειγμα :	G74 R5

R = η απόσταση απομάκρυνσης

G74	Σύνταξη :	G74 X(U)... Z(W) P... Q... R... F... ;
	Παράδειγμα :	G74 X20 Z15 P5 Q5 R2 F50

X = το αρχικό σημείο X (απόλυτη θέση)
 U = το αρχικό σημείο X (σχετική θέση)
 Z = το αρχικό σημείο Z (απόλυτη θέση)
 W = το αρχικό σημείο Z (σχετική θέση)
 P = ποσό στη X διεύθυνση
 Q = ποσό στη Z διεύθυνση
 R = το επίπεδο επαναφοράς
 F = πρόωση

G75



- - - Ταχεία κίνηση
 — Προγραμματισμένη τροχιά
 (S) Αρχικό σημείο

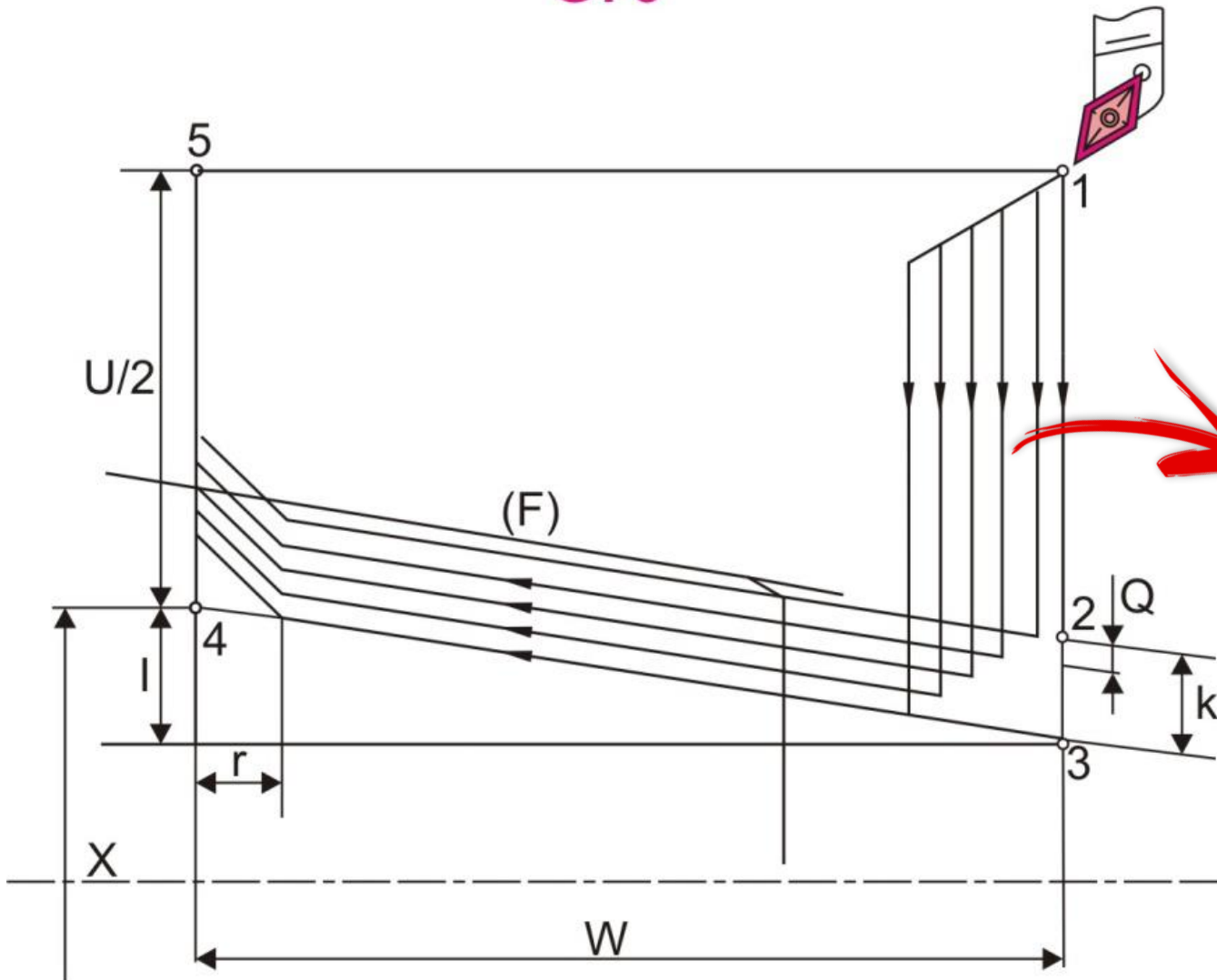
G75	Σύνταξη :	G75 R...;
	Παράδειγμα :	G75 R5

R = το επίπεδο επαναφοράς

G75	Σύνταξη :	G75 X(U)... Z(W) P... Q... R... F...
	Παράδειγμα :	G75 X20 Z15 P5 Q5 R2 F50

- X = το αρχικό σημείο X (απόλυτη θέση)
- U = το αρχικό σημείο X (σχετική θέση)
- Z = το αρχικό σημείο Z (απόλυτη θέση)
- W = το αρχικό σημείο Z (σχετική θέση)
- P = ποσό στη X διεύθυνση
- Q = ποσό στη Z διεύθυνση
- R = το επίπεδο επαναφοράς
- F = πρόωση

G76



G76	Σύνταξη :	G76 P... (m, r, a) Q... R...
	Παράδειγμα :	G76 P (0.2 12 60) Q20 R10

P = τα δεδομένα m, r και a ορίζονται πάντα με τη διεύθυνση P

m = ο αριθμός των κοπών λήξης

r = chamfering amount

a = γωνία της θέσης του κοπτικού εργαλείου

Q = ελάχιστο βάθος

R = το υλικό που απομένει μετά την εκχόνδριση για το στάδιο της αποπεράτωσης (finishing allowance)

G76	Σύνταξη :	G76 X(U)... Z(W)... R(i)... P(k)... Q... F...
	Παράδειγμα :	G76 X(U)15 Z(W)10 R10 P15 Q20 F5

X, U = τελικό σημείο σπειρώματος στη X διεύθυνση (απόλυτη θέση X, σχετική θέση U)
Z, W = τελικό σημείο σπειρώματος στη Z διεύθυνση (απόλυτη θέση X, σχετική θέση U)

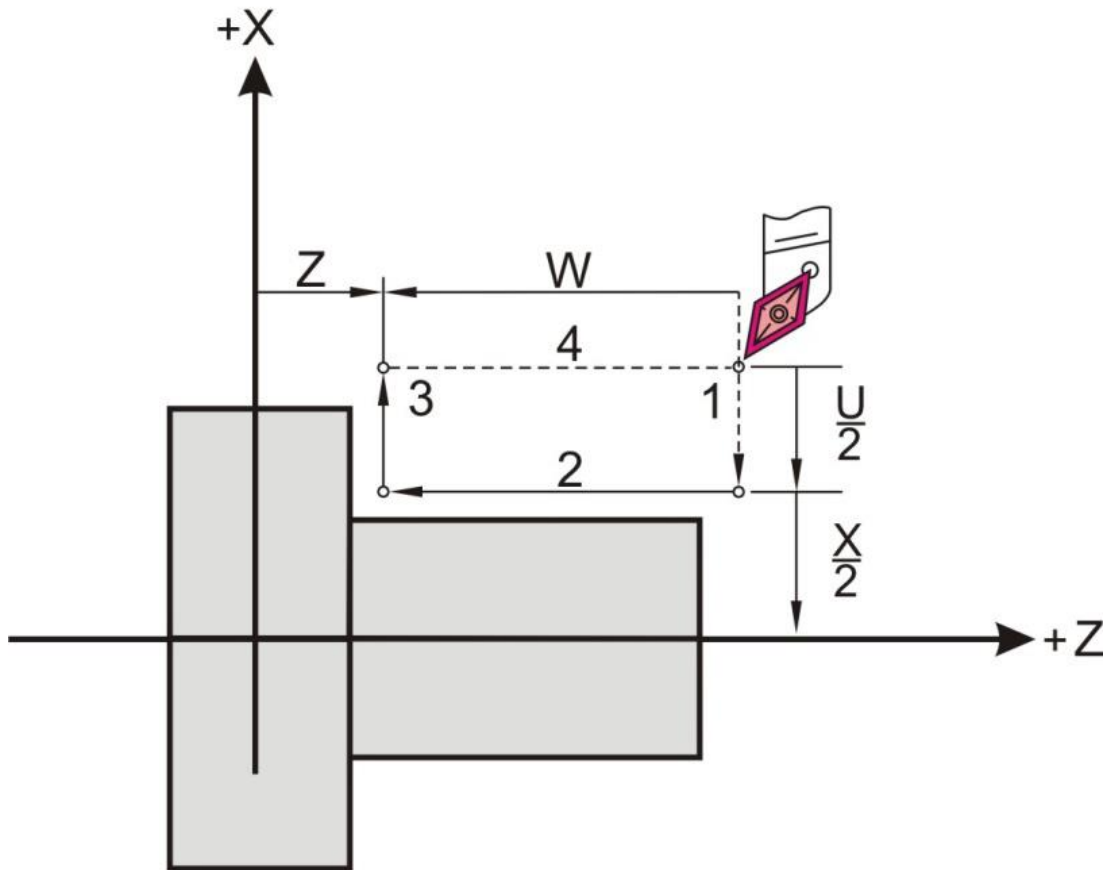
R = διαφορά ακτίνας για το κωνικό σπείρωμα (i). I=0 για ευθύγραμμο σπείρωμα.

P = ύψος του βήματος

Q = βάθος κοπής για το 1^ο κόψιμο, ακτινική αξία

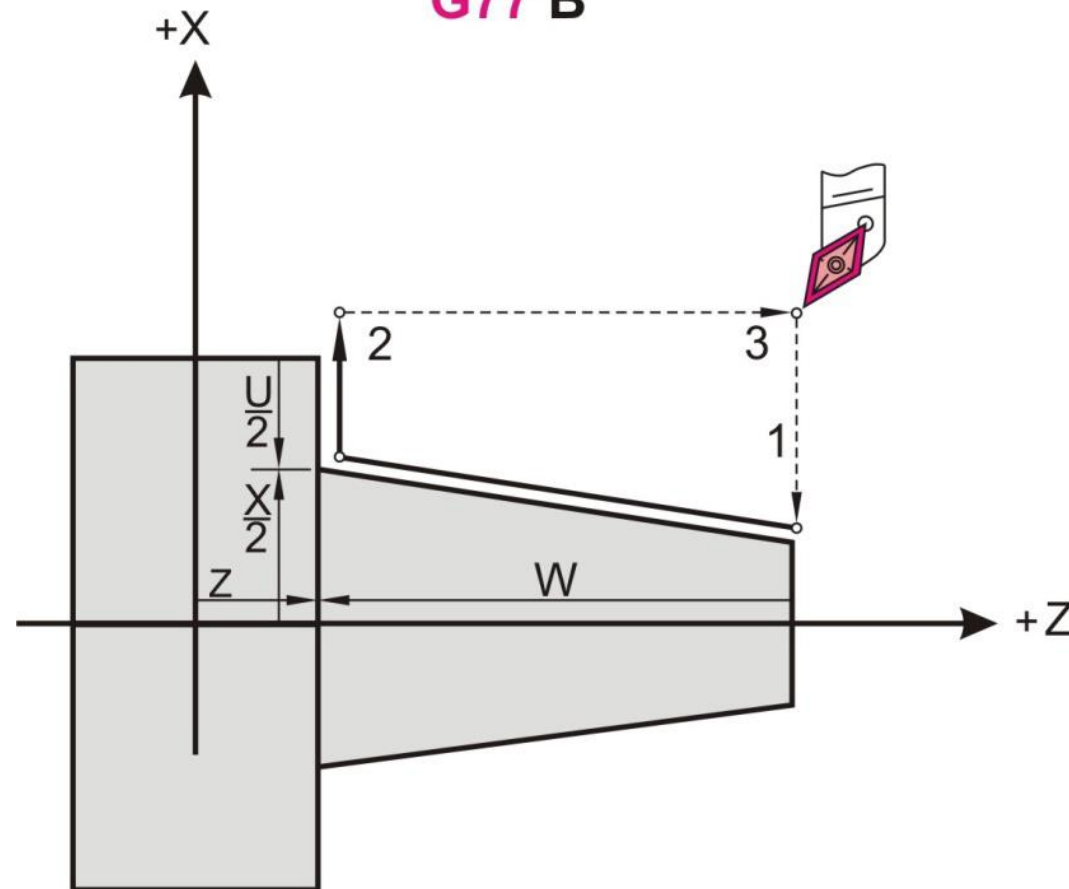
F = βήμα σπειρώματος (l)

G77 A



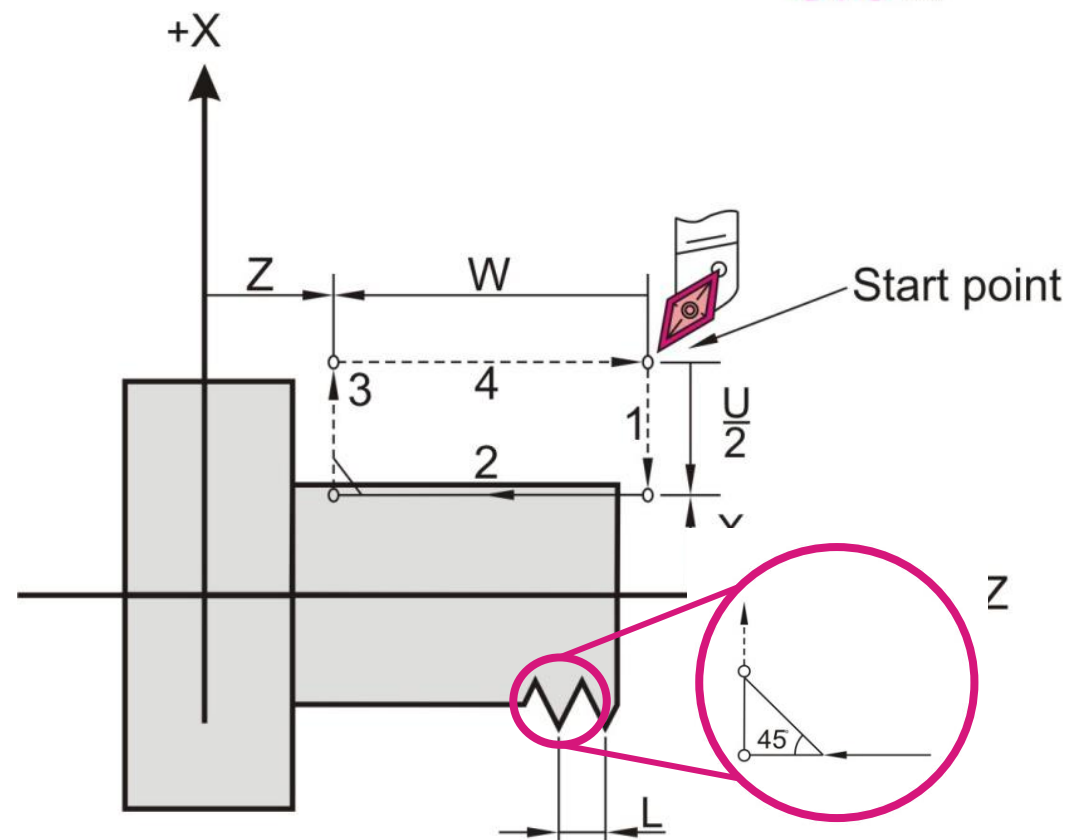
G77	Σύνταξη :	G77 X(U)... Z(W)... F...;
	Παράδειγμα :	G77 X(U)15 Z(W)10 F5

G77 B

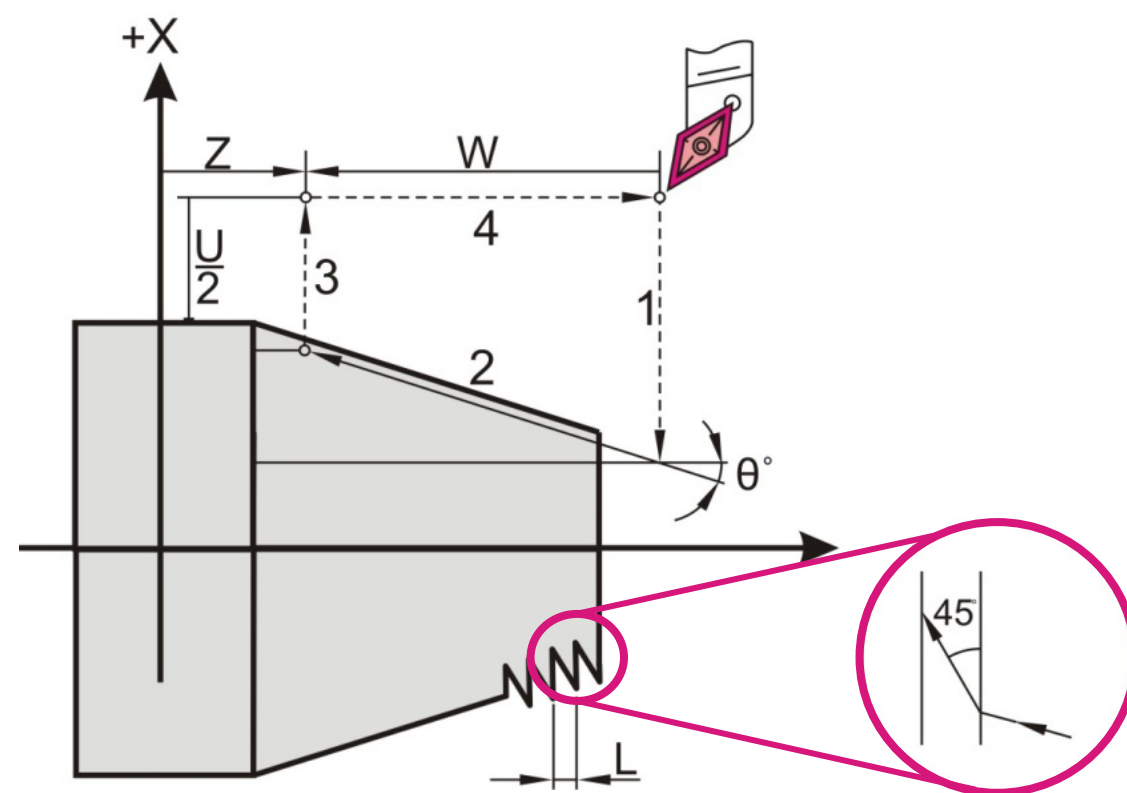


G77	Σύνταξη :	G77 X(U)... Z(W)... R... F...;
	Παράδειγμα :	G77 X(U)15 Z(W)10 R10 F5

G78 A



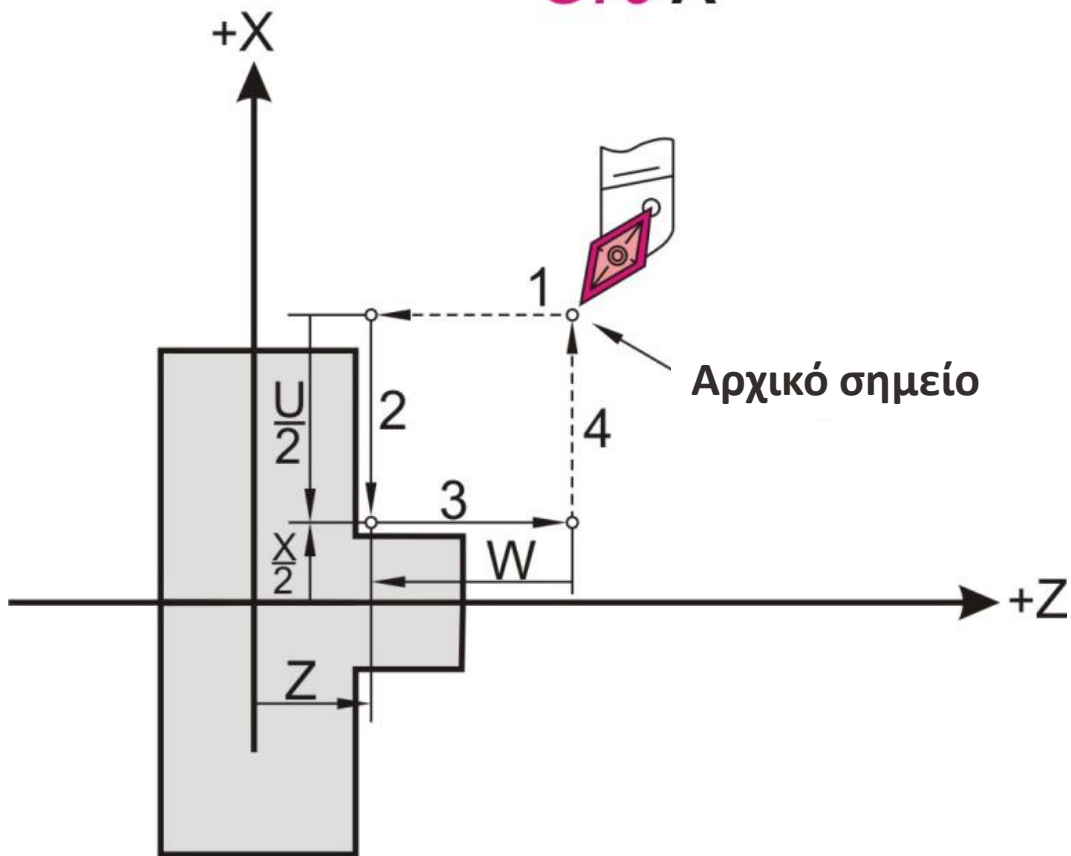
G78 B



G78	Σύνταξη :	G78 X(U)... Z(W)... F...;
	Παράδειγμα :	G78 X(U)30 Z(W)15 F6

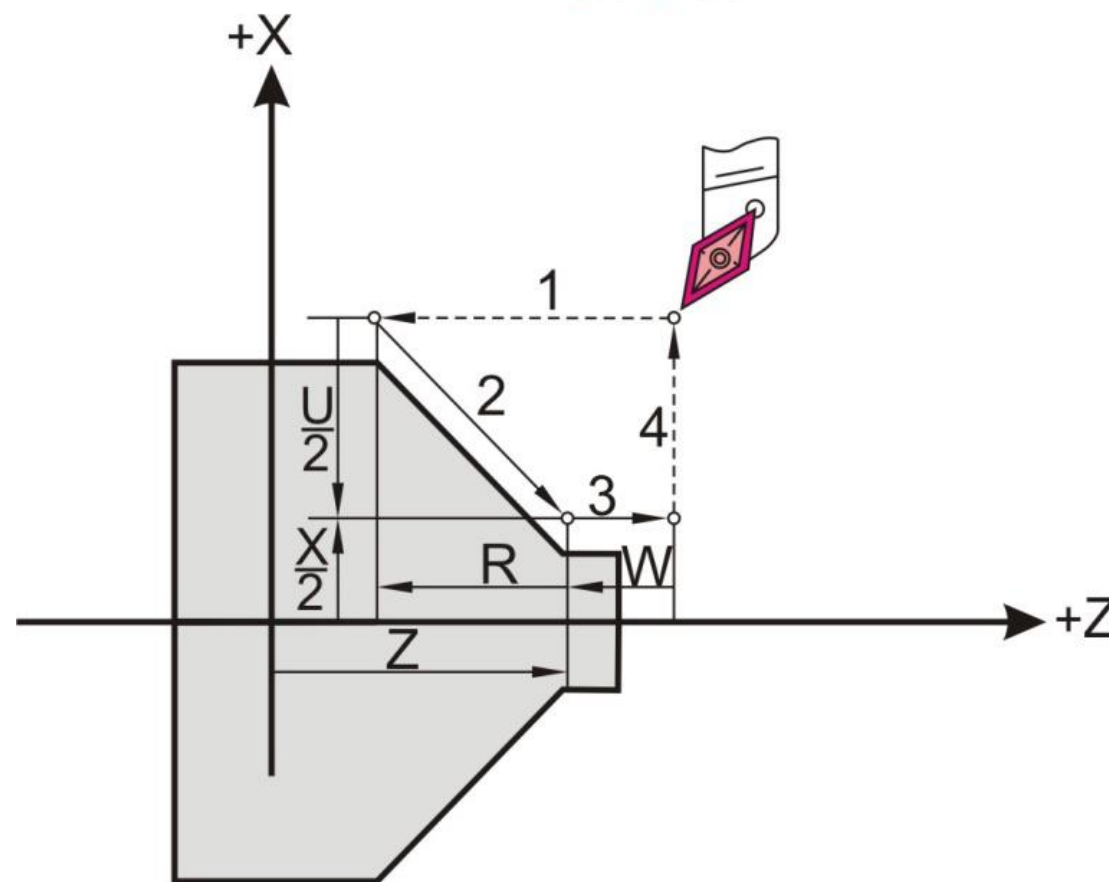
G78	Σύνταξη :	G78 X(U)... Z(W)... R... F...;
	Παράδειγμα :	G78 X(U)15 Z(W)10 R10 F5

G79 A



G79	Σύνταξη :	G79 X(U)... Z(W)... F...;
	Παράδειγμα :	G79 X(U)30 Z(W)15 F6

G79 B



G79	Σύνταξη :	G79 X(U)... Z(W)... R... F...;
	Παράδειγμα :	G79 X20 Z30 R6 F0.5



M00	Σύνταξη : M00
	Λήξη προγράμματος

M04	Σύνταξη : M04 S...
	Παράδειγμα : M04 S250

M09	Σύνταξη : M09
	Τερματισμός της παροχή ψυκτικού υγρού

M01	Σύνταξη : M01
	Προαιρετική παύση

M05	Σύνταξη : M05
	Διακοπή της περιστροφής

M30	Σύνταξη : M30
	Τέλος προγράμματος και μεταφορά για νέα εκτέλεση

M02	Σύνταξη : M02
	Τέλος προγράμματος

M06	Σύνταξη : M06
	Αλλαγή εργαλείου


M98	Σύνταξη : M98
	Κλήση υποπρογράμματος

M03	Σύνταξη : M03 S...
	Παράδειγμα : M03 S1500

M08	Σύνταξη : M08
	Παροχή ψυκτικού υγρού

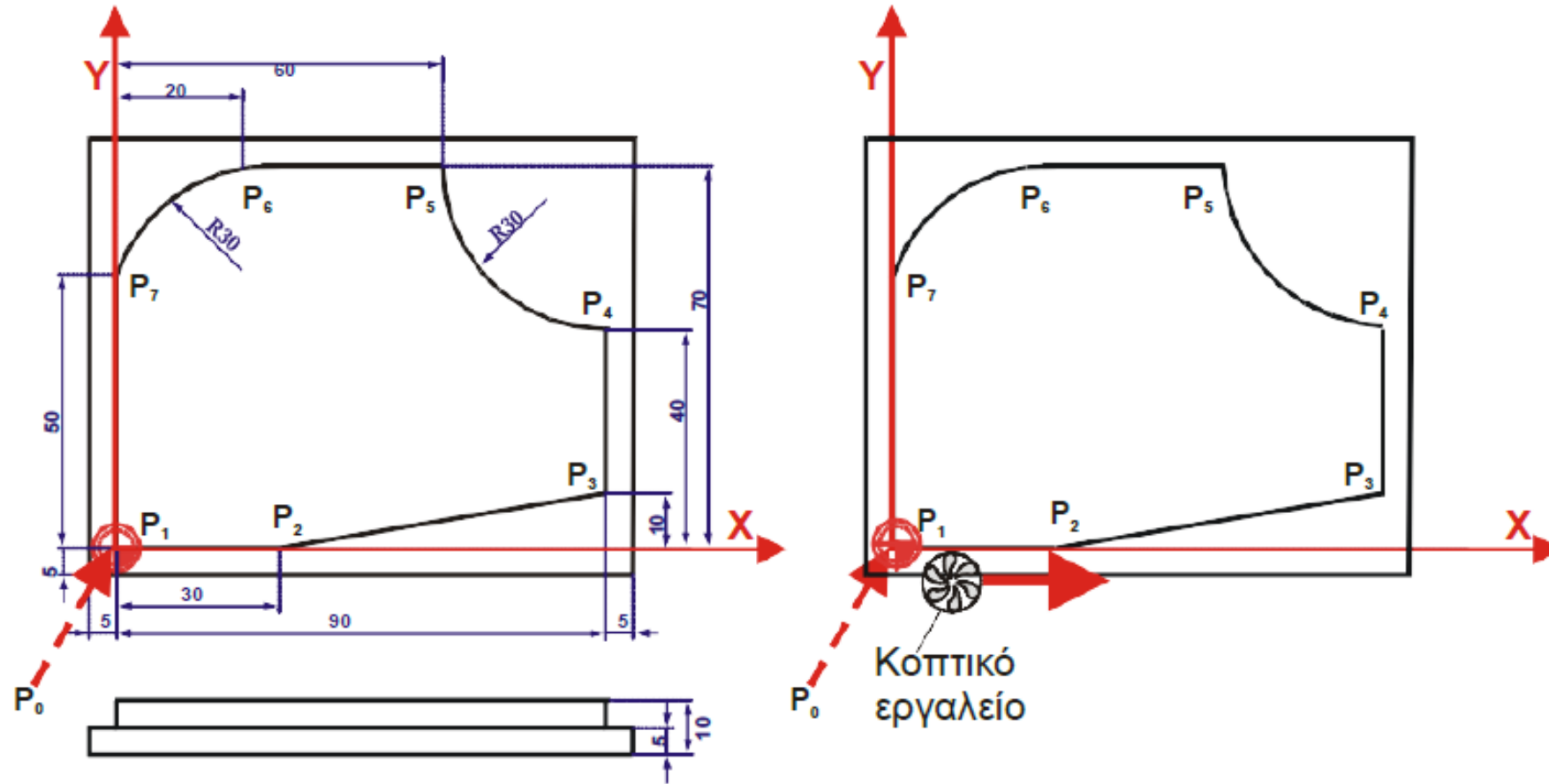
M99	Σύνταξη : M99
	Τέλος υποπρογράμματος





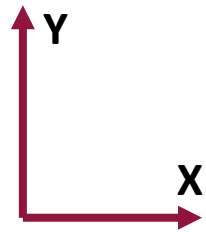
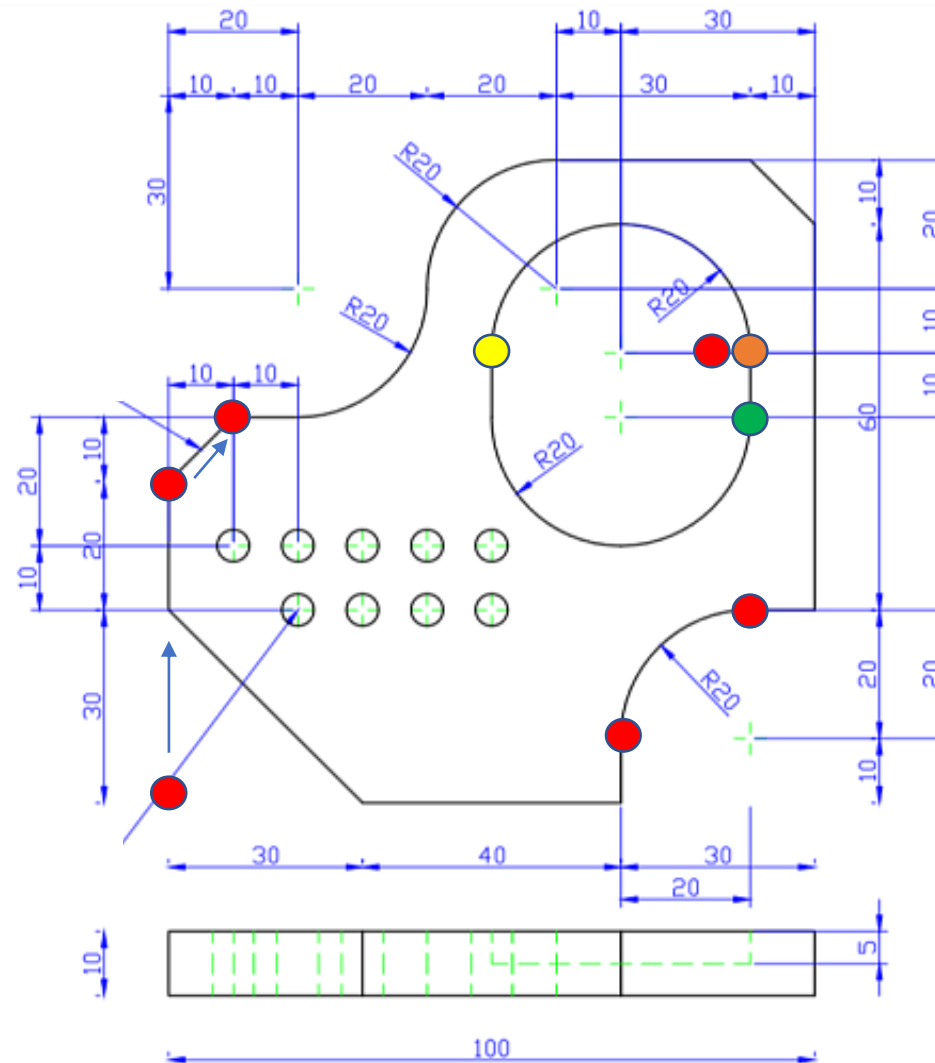
Παραδείγματα κώδικα G
για κατεργασία σε
φραίζα





6.3 Παραδείγματα κώδικα G για κατεργασία σε φραιζα

- Εργαλείο 1 : φραιζοκεφαλή
- Εργαλείο 2 : Κονδύλι D: 18 mm
- Εργαλείο 3 : τρυπάνι D: 10 mm



Παράδειγμα 2 : Κώδικας G για φραιζάρισμα

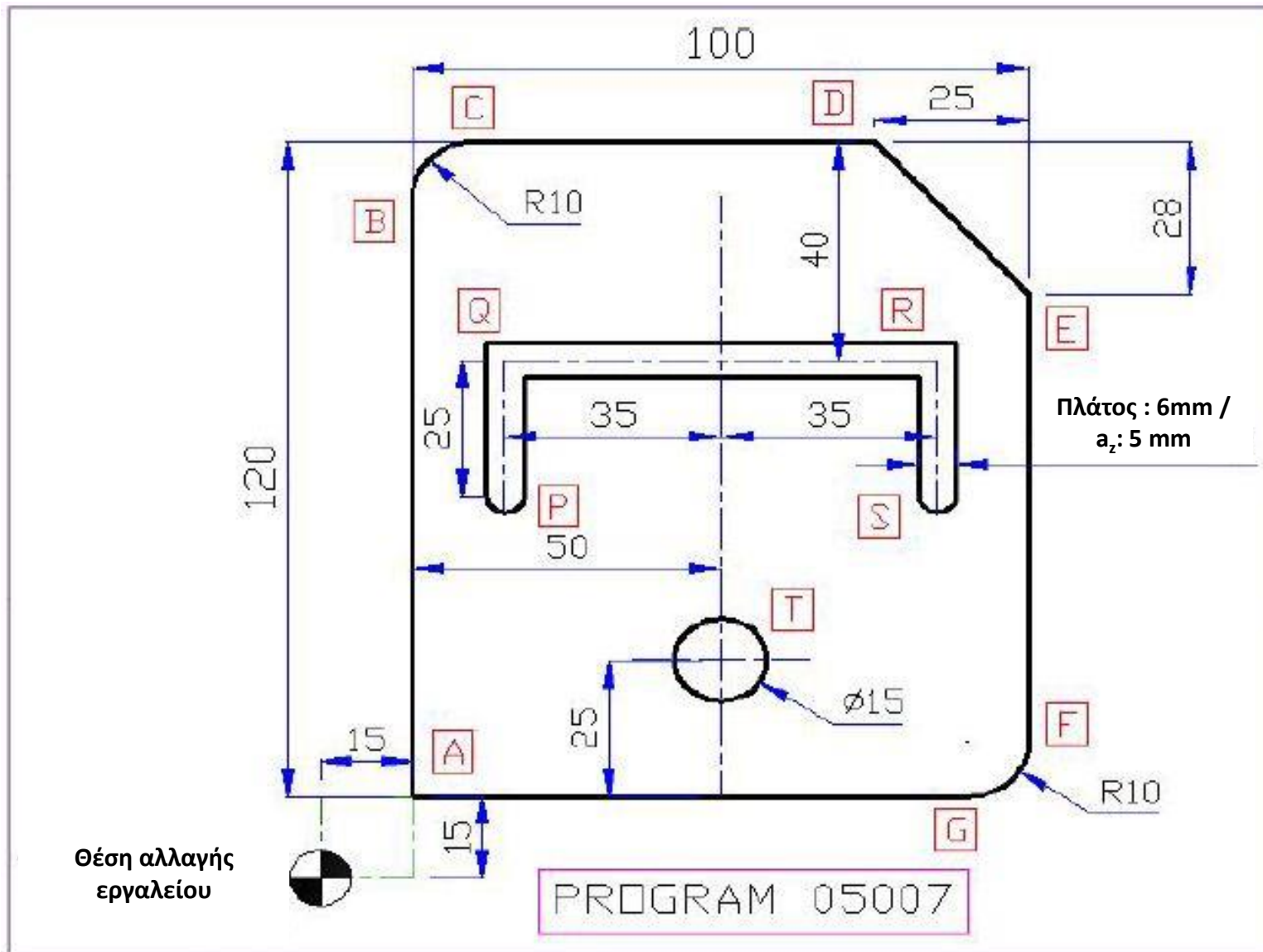
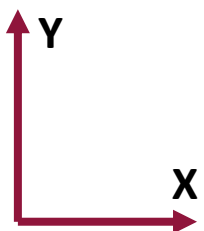
6.3 Παραδείγματα κώδικα G για κατεργασία σε φραιζα

Εργαλείο 1 : φραιζοκεφαλή
Εργαλείο 2 : Κονδύλι D: 6 mm
Εργαλείο 3 : τρυπάνι D: 15 mm

Εάν εργαλείο 3 : τρυπάνι D: 10 mm

Εάν εργαλείο 2 : Κονδύλι D: 5 mm

Αξονικό βάθος κοπής 15 mm

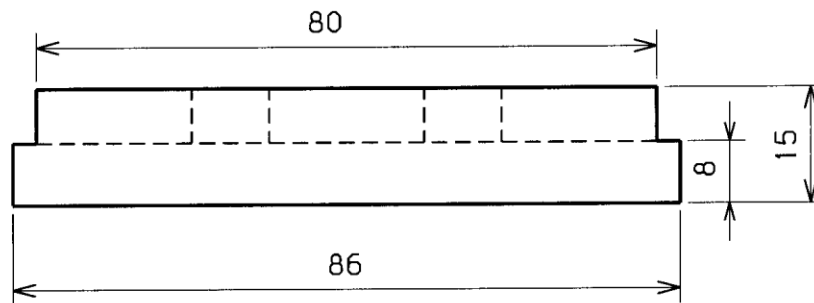
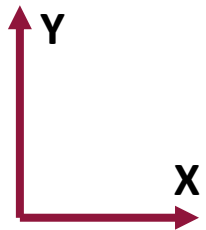
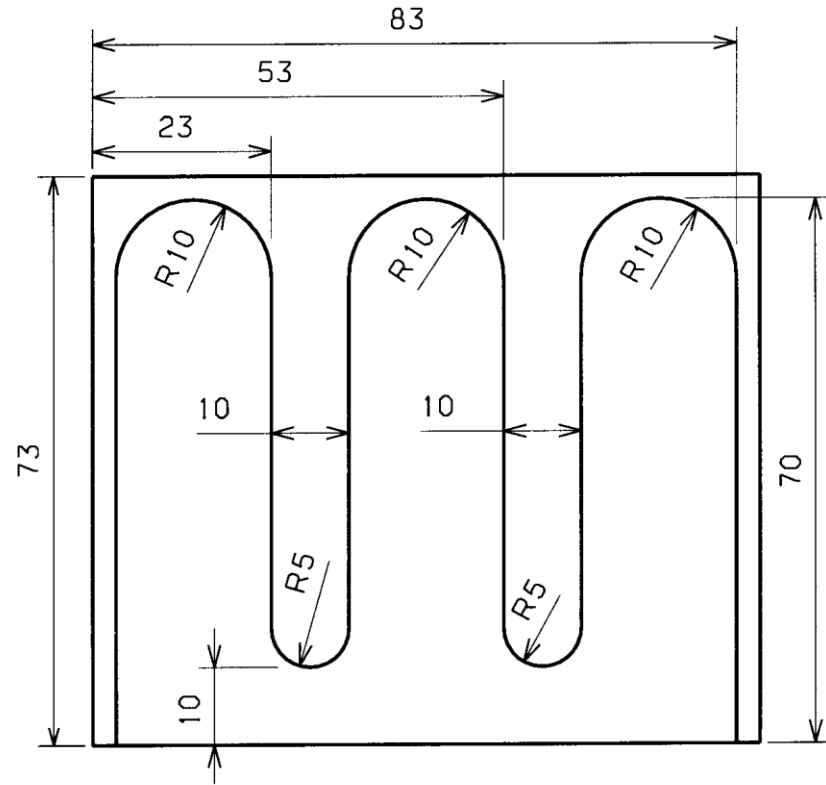


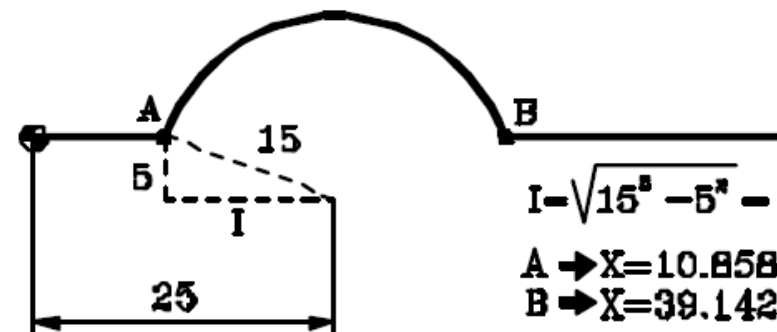
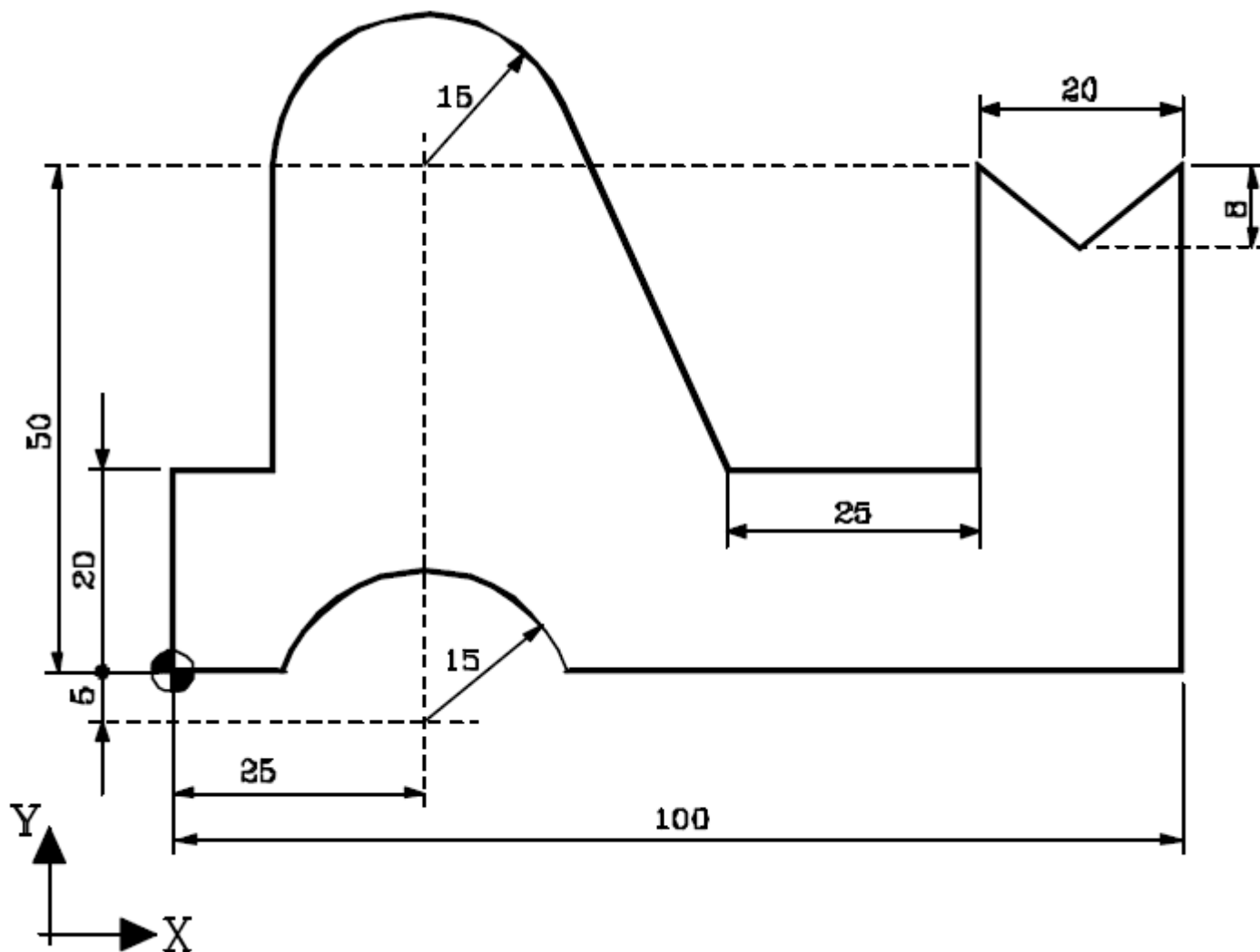
Παράδειγμα 3 : Κώδικας G για φραιζάρισμα

6.3 Παραδείγματα κώδικα G για κατεργασία σε φραιζα

Χαρακτηριστικά κοπτικού

Διάμετρος : 10.0mm
Τύπος : Κονδύλι HSS 2
πτερυγίων

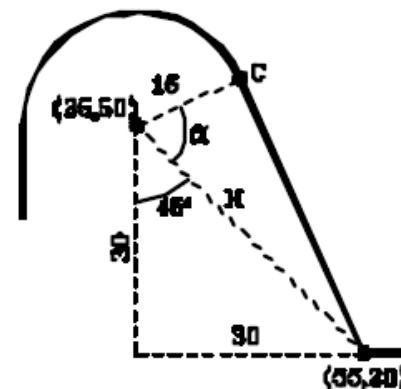




$$I = \sqrt{15^2 - 5^2} = 14.142$$

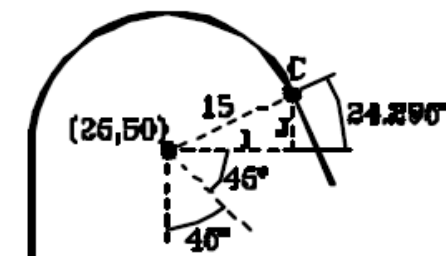
$$A \rightarrow X=10.858 \quad Y=0$$

$$B \rightarrow X=39.142 \quad Y=0$$



$$H = \sqrt{30^2 + 30^2} = 42.426$$

$$\alpha = \arcsin(30/H) = 39.295^\circ$$



$$I = 15 \cos 34.895^\circ = 13.672$$

$$J = 15 \sin 34.895^\circ = 8.172$$

$$C \rightarrow X=56.672 \quad Y=56.172$$

